Goldscheider, Alfred.
Lehre von den specifischen energieen der sinnesorgane.



Die Lehre

von

den specifischen Energieen der Sinnesorgane.

Inaugural-Dissertation

welche

zur Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin und Chirurgie

mit Zustimmung

der

medicinischen Facultät der Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin

am 28. Mai 1881

nebst den angeführten Thesen öffentlich vertheidigen wird der Verfasser

Alfred Goldscheider

pract. Arzt

aus Sommerfeld.

Opponenten:

Dr. med. P. Kluge.
Dr. med. F. Herrmann.
Cand. med. E. Grawitz.

Berlin, 1881.

Meinen theuren Eltern

gewidmet.

Joh. Müller's Lehre. Weiterentwicklung derselben. Das heutige Gesetz von den specifischen Energieen.

Joh. Müller[1]) theilt den Entwicklungsgang der Vorstellungen über die Sinnesthätigkeit in drei Perioden ein. Die erste, die mythisch philosophische, setzt im Allgemeinen im Organismus ein den äusseren Erscheinungen der Dinge Aehnliches voraus, welches durch das Verwandte angeregt wird. In der zweiten, der physikalischen Periode, beschäftigt man sich mit Vorliebe mit den Verhältnissen der Dioptrik im Auge. Physiologische Erörterungen machte Keppler[2]), der Begründer der Optik, zwar auch, allein sie bestanden in Betrachtungen über das binoculare Einfachsehen, das Aufrechtsehen der umgekehrten Netzhautbilder und ähnlichem, ohne dass das sinnliche Empfinden selbst eine Stelle gefunden hätte. Die dritte, die physiologische Periode, wurde durch Purkinje's Studien über die subjectiven Sinnererscheinungen eröffnet. Waren diese, früher als einfache Sinnestäuschungen betrachteten und übersehenen Erscheinungen einmal als „Gesichtswahrheiten" erkannt, so mussten sie zu der zuerst von Joh. Müller bestimmt ausgesprochenen Anschaunng führen, dass das Lichte, das Farbige und das Dunkle nicht den äusseren Dingen, sondern der Sehsinnsubstanz[3]) selbst immanent ist, welche generalisirt zu einem allgemeinen Gesetz der Sinnesnerven wurde. Wenn es zweifelhaft ist, inwiefern dasselbe unter dem Einflusse der Kant'schen Anschauungen entstand, so spiegeln sich jedenfalls letztere in ihm so genau wieder, dass Aubert[4]) keinen Anstand nimmt, beide in Parallele zu setzen: „Die Functionen der Seele werden uns von Kant ebenso als specifische Energien derselben dargestellt, wie die Thätigkeiten unserer Sinnesorgane von Müller". Der Fortschritt, welcher gegenüber den früheren Vorstellungen, nach denen die Sinnesorgane nur Siebe für das Eindringen der äusseren Eigenschaften zum Bewusstsein darstellten, durch diese Lehre geschaffen wurde, war ein epochemachender, sie stellt eine Grundwahrheit dar im Verhältniss zu dem, was man heute unter der Lehre von den specifischen Energieen versteht, und es ist deshalb von Wichtigkeit, beides auseinander zu halten. Freilich hatte sie auch hervorragende Gegner. E. H. Weber[5]) konnte sich „noch nicht davon überzeugen, dass eine und dieselbe Ursache

---

[1]) Joh. Müller, Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Vorwort.

[2]) W. Wundt, Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmungen. Zeitschr. für ration. Medicin, 3. Reihe, VII. Band.

[3]) L. c. S. 45.

[4]) Aubert, Physiologie der Netzhaut. Breslau 1865. Vorrede, p. IV.

[5]) E. H. Weber, Der Tastsinn und das Gemeingefühl in Wagner's Handwörter-

in jedem Sinne eine eigenthümliche Empfindung erwecke, die der Eigenthümlichkeit des Sinnes entspräche", allein die Art, wie er einige der einschlagenden Thatsachen zu erklären suchte, gibt ein Zeugniss, wie sprechend diese sind; z. B. sollte das stehende Gefühl bei electrischer Reizung durch Erheben der Härchen entstehen. Volkmann[1]) zeichnete in seinen Einwürfen der Lehre gewissermassen den Entwicklungsweg vor, welchen sie weiterhin genommen hat, ohne die Einfachheit der Lösung, welche sie seinen Bedenken gibt, zu ahnen. Jeder Nerv fungire in einer gewissen Sphäre, diese habe aber eine „gewisse Breite, innerhalb welcher sich die Function nach dem Anstosse von aussen ändere. Die Theorie, welche jedem Nerven eine specifische Energie zuschreibt, leugnet die qualitative Verschiedenheit der Farbeempfindungen. — Zufolge der Theorie könnte die Zahl der Nerven in's Unendliche vermehrt werden. So könnte man dem Sehnerven specifische Fasern für verschiedene Farben und den Hautnerven Fasern für Wahrnehmung des Druckes, der Temperatur, des Kitzels etc. zuzuschreiben". Nach drei Richtungen hin nämlich gab Müller's Lehre Gelegenheit zur Fortentwicklung.

Während Müller eine von den Endorganen bis zum Centralorgan sich verbreitende je specifisch verschiedene Sinnessubstanz annahm (ähnlich Henle), lieferten sowohl die histologischen wie chemischen Untersuchungen in Bezug auf Nervenverschiedenheiten überhaupt so gut wie negative Resultate. Dass der electrische Reizvorgang in sensiblen und motorischen Nerven nach gleichen Gesetzen erfolge, konnte von du Bois-Reymond[2]) als fast sicher hingestellt werden. Pflüger hat gezeigt, wie das Zuckungsgesetz auch für die Empfindungsnerven sich gültig erweist. Brenner machte in dieser Beziehung den, wie es scheint, misslungenen Versuch einer genaueren Durchführung beim N. acusticus[3]). Vor allem ist der merkbarste Unterschied in der Nervenfunction, die centripitale und centrifugale Fortleitung, zweifellos garnicht vorhanden, denn wenn auch seit du Bois-Reymonds Nachweis des „doppelsinnigen Leitungsvermögens"[4]) ausser vielleicht dem Babuchin'schen Versuch, kein neuer Beweis mehr erbracht worden ist[5]), so ist doch jener allein von überzeugender Kraft.

Die entgegenstehende Ansicht von Schiff[6]), welcher ausser der Mangelhaftigkeit unserer Untersuchungsmittel hervorhebt, dass wir noch nicht berechtigt sind, die electrischen Eigenschaften der Nerven als den Ausdruck der physiologischen Thätigkeit zu betrachten, kann heute keine Bedeutung mehr haben. Eclatant sind in dieser Beziehung die Versuche von Holmgren, nach denen während der physiologischen Functionirung des Sehnerven electrische Ströme entstehen.

Während jedoch schon die Thatsache des doppelsinnigen Leitungsvermögens aufforderte, die unterschiedliche Leistung der sensiblen und

---

[1]) Volkmann, Nervenphysiologie. Wagner's Handwörterbuch d. Physiol. II. p. 521.

[2]) Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Electricität. Berlin 1848. Bd. I. p. 295, 354, 406.

[3]) Brenner, Zur Behandlung von Ohrkrankheiten mittelst des galvanischen Stromes. Archiv f. path. Anat. Bd. XXVIII. p. 197.

[4]) L. c. Bd. II. p. 589f.

[5]) Boghean, Ueber die Leitung der Neurilität. Dissert.

[6]) Schiff, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. I. Muskel und Nervenphysiologie. Lahr 1858—59. p. 132.

motorischen Nerven lediglich in die Endorgane zu verlegen, so bot für die verschiedenen Kategorieen der Empfindungsnerven das Dunkel, welches noch die centralen Elemente und ihre Verbindungen umgiebt, mehr Wahrscheinlichkeit specifischer Unterschiede als der Nerv. Wenn früher, z. B. ausdrücklich von Haller, allen Nerven sowol sensible wie motorische Eigenschaften zugeschrieben wurden, durch Bells Untersuchungen dann diese als specifische Leistungen gesonderter Nerven hervorgingen und der anatomische Unterschied der Insertion zusammen mit den gleichen Leitungsverhältnissen die Specificität der Centren involvirte, so sprach Valentin[1]) die letztere auch für die verschiedenen Sinnesnerven aus. Chemische Unterschiede, welche unseren objectiven Untersuchungen noch nicht zugänglich waren, werden durch einige Thatsachen über specifisch wirkende Gifte wahrscheinlich. So wirkt Digitatis nach Traube's[2]) Untersuchungen lediglich auf den Vaguskern. Santonin äussert eine Affinität nicht blos zum Sehcentrum überhaupt, sondern gerade zu einem Theile desselben, den violettempfindenden Fasern und deren Endigungen. Man hat die Wirkung des Santonin auch als eine die peripherischen Endorgane der genannten Fasern erregende resp. lähmende bezeichnet, allein Rose[3]) weist durch die Unabhängigkeit der Santonin-Hallucinationen von Veränderungen, welche die Netzhaut treffen, nach, dass es sich um „specifische Wirkung des Santonins auf das Gesichtscentrum“ handle. Dasselbe wirkt jedoch in unregelmässiger und viel schwächerer Weise auch auf andere Centren. Trotzdem bleiben wir einer Begründung des verschiedenen Verhaltens dieser Theile fern. Lewes[4]) allerdings meint, es genügen „les différences anatomiques, c'est-à-dire de distribution et de connexion“, wie davon z. B. die Function der Lunge abhänge, allein damit wird der einfachen Empfindung der elementare Charakter abgesprochen und diese als ein zusammengesetztes dargestellt. wozu wir bis jetzt auf keine Weise berechtigt sind.

Nach einer andern Richtung fühlt man sich veranlasst, das Gesetz, welches Joh. Müller für die Sinnesmodalitäten (Helmholtz) gezeichnet hatte, auf die Qualitäten auszudehnen. Man that es mehr aus praktischen Rücksichten und durch die glückliche Coincidenz neuer anatomischer Entdeckungen, während dort eine innerliche Nothwendigkeit bestand. Alle Arten von Reizen, auf den Sehnerven angebracht, erzeugten Lichtempfindung, ja das Durchschneiden desselben erregte keinen Schmerz (Magendie), sondern Lichtblitz, welche nicht in den problematischen Erklärungsversuchen Lotze's[5]), sondern nur in Müller's Gesetz naturwissenschaftlich begründet werden konnten. Hinzu kommen die aus innerer Reizung des Sehcentrums hervorgehenden phantastischen Gesichtserscheinungen, deren Unmittelbarkeit und Entstehen „ohne alle Anregung durch die Vorstellung“ Joh. Müller[6]) überzeugend zu schildern wusste.

---

[1]) Citirt bei Volkmann, Nervenphysiologie. Wagner's Handwörterbuch. II. Bd.

[2]) Traube, Die Symptome der Krankheiten des Respirations- und Circulationsapparats. Berlin 1867. 1. Lieferung. p. 36.

[3]) Rose, Ueber die Hallucinationen im Santoninrausch. Archiv f. pathol. Anat. Bd. XXVIII. p. 62.

[4]) Lewes, L'Energie spécifique des nerfs. Revue philosophique, dirigée par Ribot. Première année.

[5]) Lotze, Medicinische Psychologie. Leipzig 1852. p. 188ff.

[6]) Joh. Müller, Ueber die phantastischen Gesichtserscheinungen. Coblenz 1826. p. 23.

Eine besonders interessante Stellung nahmen hier die Fälle von Gesicl hallucinationen bei Blinden ein. Leubuscher[1]) stellt dieselben zusamm dabei sind diejenigen am belehrendsten, welche in Nervendegeneratio die Ursache der Amaurose haben, so z. B. die 38jährige Jüdin Esquir deren N. optici in ihrem ganzen Verlauf sich atrophisch zeigten. A hiermit steht es nicht anders als mit den den physiologischen Phantasm sie stellen[2]) Erregungen der Centra der Sinnesnerven an der Hirnba ohne primäre Erregung der Seele" dar. Eine besondere Art des inne Reizes, die Mitempfindung, liefert uns hier eine bemerkenswerthe Beo achtung. Nussbaumer[3]) hat bei jeder Gehörsempfindung eine e sprechende bestimmte Gesichtsempfindung, z. B. beim Trompetenton ei goldgelbe, beiläufig überhaupt nie eine rothe, und nur einmal, bei d Geräusch des Feilensägens, eine grüne. Da derselbe auch die Fähigk besitzt, die Obertöne auf's feinste (bis zu eilf!) zu unterscheiden, so wi man versucht, seine eigenthümliche Gabe für eine enorm ausgebild physiologische Fähigkeit zu halten. Henle[4]) beschreibt, dass er ein dumpfen subjectiven Ton hervorrufen könne, wenn er „ganz leise über d Wange hinstreicht, längs dem äusseren Rand und der äusseren Hälfte d Augenhöhle und auf der zunächst darunter gelegenen Fläche." Er set selbst hinzu, dass dieser Ton vielleicht auch von einer zitternden Con traction des M. stapedius abhängen könne. Zaufal[5]) erzählt von eine blinden Musiker, welcher auf dem linken Ohr schwerhörig geworden, b Bestreichen des Fingers deutlich links das dreigestrichene C hörte.

Diese letzteren Fälle, in denen es sich nicht mehr blos um Sinne empfindungen handelt, sondern um bestimmt qualificirte Empfindunge führen auf die bereits angedeutete modificirte Gestalt der Lehre, welch wir Helmholtz verdanken.

Dieser zog die Young'sche Lehre wieder an's Licht und legte zu gleich Müller'sche Ideen in sie. Young selbst war von ganz andere und irrigen Gesichtspunkten ausgegangen, er meinte, dass die Theilche der Retina durch das Licht zu Vibrationen angeregt würden und dass di Häufigkeit derselben von der „constitution of the substance" abhänge. U nun die Fähigkeit der Netzhaut, in jedem Punkte Licht jeder Gattun aufzunehmen, dem Verständniss näher zu bringen, reducirte er die postu lirte unendliche Anzahl von verschieden constituirten Theilchen in jeden empfindenden Punkt auf drei, welche den Strahlen von grösster, mittlere und kleinster Wellenlänge entsprächen. Während Brewster drei objecti existirende Farben annimmt, verlangt er nur drei gesonderte Bahnen zun Sensorium und Helmholtz behauptet in letzteren drei Grundempfindungen, deren Substrat sie bilden. Der Unterschied ist der, dass man sich nach Young wohl denken könnte, wie Aubert[6]) es thut, dass rothleitende Fasern unter Umständen zu gelbleiteneen werden, allein nach heutige

[1]) Leubuscher, Grundzüge zur Pathologie der psychischen Krankheiten. Arch. f. pathol. Anat. 1849.

[2]) Rose, l. c. p. 74.

[3]) J. A. Nussbaumer, Ueber subjective Farbenempfindungen, die durch objective Gehörsempfinduugen erzeugt werden. Wien. med. Wochenschr. 1873. No. 1—3.

[4]) Henle, Pathologische Untersuchungen. Berlin 1840. p. 109.

[5]) Zaufal, Ueber eine eigenthümliche Reflexübertragung auf den N. acusticus. Wien. med. Wochenschr. 1872. No. 21.

[6]) l. c. Aubert, l. c. p. 184.

Anschauung werden sie dann die kürzeren Wellen eben auch roth, nicht aber gelb empfinden. Diese kühne Erweiterung der Müller'schen Lehre, die sich mit der Mutter-Theorie keineswegs, wie man von einem so phänomenalen Naturgesetz erwarten sollte, in einen bewussten Gegensatz stellte, sondern mehr instinctiv und kaum deutlich ausgesprochen aus ihr hervorging, bestand also darin, dass jeder Primitivnervenfaser eine bestimmte unveränderliche und in der Intensität abstufbare Qualität übertragen und die ungeheure Anzahl der Empfindungsqualitäten so auf rein quantitative Verhältnisse zurückgeführt wurde. Klarer wird dies vielleicht noch durch folgende Stelle aus Müller's Hdbch. d. Phys. 3. Aufl. I. Bd. S. 750: Die Empfindung ist also nicht die Leitung einer Qualität oder eines Zustandes der äusseren Körper zum Bewusstsein, sondern die Leitung einer Qualität, eines Zustandes unserer Nerven zum Bewusstsein, veranlasst durch eine äussere Ursache.“ In die Helmholtz'sche Anschauungsweise übersetzt, würde dies heissen: Die Empfindung ist die Leitung der Qualitäten unserer Nervenfasern zum Bewusstsein, veranlasst durch einen Reiz. Diese Weiterentwickelung der alten Lehre lässt ihre innere Bedingtheit dadurch erkennen, dass sie den erwähnten Volkmann'schen Einwürfen Rechnung trägt, freilich mit Hülfe einer Anschauung, welche nun unsere Lehre überall begleitet, der unbewussten Mischung der einfachen Qualitäten zu neuen Empfindungen.

Eine Trias von Fasern hat man in der Netzhaut mit Bestimmtheit noch nicht nachweisen können. Der Schultze'schen Ansicht von der pinselförmigen Ausstrahlung der Zapfenfaser steht hier Hasse[1]) entgegen, welcher aus der dreieckigen Verbreiterung derselben nie mehr, wie drei Fortsätze austreten sah und selbst dieses als bedeutsam für die Young'sche Theorie betrachtet. Der weitere Verlauf in der Zwischenkörnerschicht ist allerdings nicht beobachtet. Zudem muss man fragen, ob es dieser Trias bedürfe; denn mit Young's irriger Meinung über die Reizübertragung ist auch die Motivirung zur Annahme dreier Fasergattungen vorläufig weggefallen, und es werden zunächst nur drei von einander unabhängige Erregungsvorgänge im Nerven postulirt. Diese Vielfältigkeit an sich würde mit unserer Lehre nicht einmal in Widerspruch stehen, allein es liegt keine Analogie dafür vor, dass gleichzeitige Vorgänge sich nicht zum Theil verstärken, zum Theil aufheben sollten. Durch die jetzigen optochemischen Kenntnisse ist an diesem Stande der Dinge nichts geändert worden. Wenn es auch denkbar wäre, dass eine Materie durch verschiedene chemische Reize in verschiedene Bewegungsformen versetzt würde und Elasticität genug besässe, aus jeder wieder in die Gleichgewichtslage zurückzukehren, so haben die Erfahrungen doch bis jetzt ergeben, dass aus dem Sehpurpur[2]) stets nur ein photochemisches Zersetzunpsproduct entsteht, das Sehgelb. Abgesehen davon, muss man, wenn man nicht der chemischen Veränderlichkeit des Sehstoffes, seiner Regenerationskraft und der Unabhängigkeit und Reactionslosigkeit seiner Zersetzungsproducte Unmögliches zutrauen will, den Bewegungen der Nervensubstanz selbst, einen weiten Spielraum lassen, z. B. bei den Farbenmischungen. Die Bewegun-

---

[1]) C. Hasse, Beiträge zur Anatomie der menschlichen Retina. Zeitschr. f. ration. Medicin. Bd. 29. p. 238.

[2]) W. Kühne, Chemische Vorgänge in der Netzhaut. In Hermann's Handbuch der Physiologie. Leipzig 1879. III. Bd. I. Theil. p. 331 ff.

gen dürfen aber so wenig Bestreben zu bestehen haben, wenn sie der Masse der ungeheuer wechselnden Eindrücke folgen wollen, dass keine Erklärung bleibt für die Entstehung der Nachbilder oder der Ermüdungserscheinungen.

Die der behandelten anatomischen Forderung gleichstehende physiologische ist, dass an jedem „physiologischen Punkt“ [1]) die Empfindung der Farben vollendet zu Stande komme. Schon E. H. Weber [2]) und nach ihm E. Fick [3]) haben Beobachtungen mitgetheilt, nach denen farbige Felder von sehr geringer Ausdehnung sich nicht mehr als farbig erkennen lassen. Allein Aubert zeigte, dass ebenso, wie bei der Wahrnehmung farblosen Lichtes, hier Helligkeit und Gesichtswinkel in einem gewissen, wenn auch keineswegs reciproken Verhältniss stehen und den Schwellenwerth der Farbenwahrnehmung bestimmen. Es zeigt sich dabei, dass die einzelnen Farben an sich einen verschiedenen psychischen Erregungswerth besitzen. Roth wird unter kleinerem Gesichtswinkel noch empfunden als blau; am stärksten wirkt orange. Diese Beobachtungen gehen also nur den psychophysischen Vorgang an und verhalten sich zur Young-Helmholtz'schen Theorie nicht anders, als sie sich etwa zu einer Theorie verhalten würden, welche die Farben als verschiedene Erregungszustände derselben Faser auffasste. Es kann übrigens hier noch einer Ansicht [4]) gedacht werden, welche im Sinne unserer Lehre eine weitere Gruppirung der lichtempfindlichen Elemente in farben- (Zapfen) und blos lichtvermittelnde (Stäbchen) vornimmt.

Wenn über die Berechtigung dieser Richtung der Fortentwickelung sonach kein Zweifel sein kann, so verhält es sich weniger klar mit der dritten Richtung, welche in der Frage nach der Localisation der Eindrücke begründet war. Es ist das doppelte Phänomen hier stets Gegenstand der Untersuchung gewesen, durch welche Einrichtung nämlich die Seele die Eindrücke überhaupt räumlich ordne und dann, wie sie diese in die Aussenwelt verlege. Joh. Müller hatte in der Kant'schen Anschauung gelehrt, dass die Retina, sobald sie in Affection gerathe, sich eben räumlich empfinden müsse, jedes Netzhauttheilchen repräsentire ein Raumelement, ja, die Grösse der Netzhaut sei Maasseinheit für unsere Grössenschätzung.

Daneben machte sich schon seit Locke eine Richtung geltend, welche von Helmholtz als die empiristische gegenüber jener nativistischen [5]) bezeichnet wird. Insofern dieselbe die Raumanschauung als eine psychologische Entwickelung auffasst, nennt Wundt sie in allgemeinerem Sinne die genetische Richtung, von welcher die auf die Uebung den grössten Werth legende empiristische nur ein Theil ist. Helmholtz erklärt gegenüber Kant, dass die Raumanschauung nur insofern mitgebracht sei, als die Möglichkeit motorischer Impulse [6]) gegeben sein müsse; von da an aber ist sie eine subjective, jedoch erworbene Anschauungsform. Eine solche Theorie muss, ehe sie die räumliche Ordnung der Eindrücke herleiten kann, die Sonderung dieser überhaupt erklären und so eine Reihe

---

[1]) Aubert, l. c. p. 188.
[2]) Müller, Arch. f. Anat. und Phys. p. 41.
[3]) Notiz über Farbenempfindung. Pflüger's Archiv. 1878. p. 152.
[4]) M. Schulze, Zur Anatomie und Physiologie der Retina. Bonn 1866.
[5]) Physiol. Optik. p. 435.
[6]) Näheres siehe: Die Thatsachen in der Wahrnehmung. Rede. Berlin 1879.

euer Merkmale schaffen. Bain zwar hat noch einen anderen und verunglückten Versuch gemacht, die Empfindung der Bewegung, durch das Muskelgefühl vermittelt, als das elementare hinzustellen und aus ihr und der Zeitanschauung den Raum zu construiren; er ist durch Stumpf treffend wiederlegt worden. Solche Merkmale stellen die von Lotze erfundenen und seitdem in verschiedenem Sinne gebrauchten „Localzeichen" dar. Insofern er beim Auge die Unterschiede der Einzeleindrücke in Muskelinnervationstrieben suchte und bei der Haut in der Vertheilung der Tastkörperchen, der Unterlage der Hautstelle, kurz in äusserlich veranlassten Mitempfindungen[1]), gerieth er nicht in die Nothwendigkeit, seine Localzeichen auf eine specifische Energie der einzelnen Fasern zurückzuführen. Von diesem Gesichtspunkt aus ist hier Wundt anzuführen, welcher in exacter Weise die Entstehung des Sehfeldes in seiner synthetischen Theorie[2]), „aus der Verbindung einer qualitativen Mannigfaltigkeit peripherischer Sinnesempfindungen mit den qualitativ einförmigen Innervationsgefühlen" ableitete. Er versteht unter Localzeichen einerseits die Verschiedenheit gleicher Eindrücke auf den verschiedenen Netzhautpartien, speciell bei den Farben[3]), andererseits die bei Bewegungen des Bulbus auftretenden Tastempfindungen. Auch bei der Haut lehnt er bestimmt eine specifische Verschiedenheit der Fasern zur Erklärung der Localzeichen ab, er nimmt gegen Lotze weniger die groben Structurverhältnisse der Haut, als vielmehr die Anzahl der Nervenverzweigungen selbst zu Hülfe. Weber, Czermak, Meissner und Andere sind in dieser Beziehung in seine Kategorie zu stellen; dagen machte Krause[4]) darauf aufmerksam, dass jeder sensiblen Nervenröhre zwar eine besondere Qualität zuzuschreiben sei, diese jedoch sich nicht von der peripherischen Ausbreitung abhängig finde. Krause beweist dies durch die von Valentin datirenden Fälle von Integration bei missgebildet Geborenen. Man könnte noch die Erscheinungen der Formication anführen, bei welcher jede einzelne Empfindung durch excentrische Perception localisirt wird. Von hier aus würden nun zwei Wege führen. Der eine ist derjenige, welchen Krause eingeschlagen hat. Er erklärt die Localzeichen durch ein System von Reflexbewegungen, d. h. in de Weise, dass nur die „Tendenz" zur Bewegung geltend wird. Wie nun bei dem missgestaltet Geborenen die centralen Tendenzen zu Bewegungen erkannt und unterschieden werden sollen, wenn er letztere nie zu Stande kommen sieht, ohne dass für jeden motorischen Impuls, von seiner Wirkung abgesehen, eine besondere Empfindungsqualität anzunehmen sei, ist nicht einzusehen. Den zweiten Weg zeigt Funke[5]): Die Quelle der Localzeichen liegt in den centralen Ganglenzellen[6]). Und damit sind wir zugleich wieder bei der Ansicht Helmholtz's, des Füh-

---

[1]) l. c. p. 408 ff.

[2]) W. Wundt, Physiol. Psychologie. p. 641.

[3]) cf. Physiol. Optik. p. 595.

[4]) Krause, Die terminalen Körperchen. Hannover 1860. p. 234.

[5]) Funke, Der Tastsinn und die Gemeingefühle in L. Hermann's Handbuch der Physiologie. III. Bd. 2. Th. p. 408.

[6]) Aus Herm. Munk's Versuchen geht hervor, dass „die centralen Elemente der Sehsphäre regelmässig und continuirlich angeordnet sind, wie die lichtempfindlichen Netzhautelemente, derart, dass benachbarten Netzhautelementen immer benachbarte wahrnehmende Rindenelemente entsprechen". Verhandlungen der physiol. Gesellschaft zu Berlin. Jahrg. 78—79. VII. Sitzg. p. 166.

rers der empiristischen Partei, angekommen, welcher eben das Localzeichen als eine specifische Energie der Nervenfaser auffasst.

In höchst mannigfaltiger Weise ist von nativistischer Seite unsere Lehre ausgedehnt worden. E. H. Weber schrieb jeder Nervenfaser einen bestimmten Raumwerth zu, auf dessen Unterschied die Sonderung der Eindrücke beruhe. Die „Projections-Hypothese“ (nach Wundt) hat sogar eine bestimmte Beziehung von Netzhautpunkten zu Punkten im äusseren Raum angenommen (Porterfield; Tourtual). Nicht unähnlich dieser Anschauung ist Meissner's „einfache Tastempfindung“. Panum und Hering haben die nativistische Lehre in consequentester Weise durchgeführt und letzterer hat dem einzelnen Netzhautpunkt drei besondere Raumgefühle (Höhen-, Breiten-, Tiefengefühl) vindicirt. Diese Ansichten sind discutabel und haben zum Theil eine treffende Kritik[1]) erfahren. Dagegen haben treue Beobachtungen über operirte Blindgeborne aus der neueren Zeit das günstige Licht, welches bereits von den älteren Fällen über die empiristische Anschauung verbreitet wurde, noch vermehrt. Es wurden von v. Hippel zwei, von Dufour einer und von Hirschberg[2]) zwei veröffentlicht, und letztere sprechen im Uebrigen ebenso wie der Wardrop'sche Fall gegen eine discontinuirliche Verbreitung der Localzeichen. Da ferner die nativistischen Annahmen eine Erweiterung unseres Gesetzes von keiner allgemeineren Gültigkeit schaffen, während Unterschiede in der qualitativen Färbung natürlich erscheinen, so betrachten wir die in der empiristischen Weise gestaltete Form als die moderne Lehre von den specifischen Energien; ohne übrigens des Gedankens von Du Bois-Reymond[3]) zu vergessen, welcher eine Vermittlung beider Anschauungen durch die Annahme geistiger Vererbungen vorschlug; ohne Zweifel würde sich hiermit die räumliche Empfindung bei missgestaltet Gebornen an fehlenden Gliedern viel besser erklären, als nach Krause. Unsere Lehre vertheilt also jede Grundempfindung auf eine besondere Faser, schreibt den einzelnen Sinneselementen locale Färbungen zu und verlegt den Sitz dieser Eigenschaften in die centralen Zellengruppen. Ob hier chemische oder andere Verschiedenheiten bestehen, oder ob dieselben blos durch ihre „numerische Verschiedenheit“[4]) wirken, darüber lässt sie sich zunächst nicht aus.

Die innere Berechtigung der so entwickelten Lehre prüft man am besten an der Hand ihres eifrigsten Gegners Wundt[5]). Eine andere Frage wird sein, ob die Lehre in ihrer jetzigen Gestalt eine consequente Anwendung auf alle Sinnesorgane erträgt.

Was die Gleichartigkeit der centralen Theile betrifft, so ist dies ein sehr fragwürdiges Gebiet und was dagegen spricht, wurde schon erwähnt. Wenn Wundt die gesammten Opticus-Fasern durch Santonin für die an der unteren und vorzugsweise oberen Reizgrenze liegenden Lichtwellen abgestumpft werden lässt, so ist auch damit immer eine specifische Einwirkung auf den Opticus angenommen. Dass solche Erscheinungen sich

---

[1]) Physiol. Optik. Thatsachen in der Wahrnehmung. p. 30ff.

[2]) J. Hirschberg, Eine Beobachtungsreihe zur empiristischen Theorie des Sehens. Gräfe's Archiv. 1875. Heft I. J. Hirschberg.

[3]) E. du Bois-Reymond, Leibniz'sche Gedanken in der neueren Naturwissenschaft. Rede. 1870.

[4]) A. Fick, Physiologie des Gesichtssinnes in L. Hermann's Handbuch der Physiologie. Leipzig 1879. III. Bd. 1. Theil. p. 165.

[5]) Phys. Psychol. p. 344ff.

ber lediglich aus Ungleichartigkeiten in der Durchlässigkeit der Umhüllungen[1]) erklären sollten, ist keineswegs erwiesen. Der Einwurf, dass bei Verlust von Sinnesorganen eine Zeit lang die adäquaten Reize eingewirkt haben müssen, wenn die Sinnesempfindungen sich in der subjectiven Sphäre erhalten sollen, erscheint nicht leicht. Allein abgesehen davon, dass bei Blind- oder Taubgeborenen in einem Alter, wo sie Angaben machen können, wie **Munk**'s Versuche zeigen, jedenfalls bereits eine Degeneration der Nerventheile vorhanden ist, so muss z. B. bei Blindgebornen folgendes Verhältniss entstehen. Gesetzt das aus centraler Reizung entstehende Eigenlicht der Retina zusammen mit anderen subjectiven Gesichtserscheinungen erregt ihre Aufmerksamkeit, so können sie diese Empfindungen in keiner Weise (man müsste denn ein methodisches Drücken auf den Bulbus annehmen) als von gewissen Bewegungen abhängig wahrnehmen, diese würden also, wenn wir **Helmholtz**' Auseinandersetzungen[2]) folgen, in das Gebiet der rein psychischen Thätigkeiten fallen, etwa als eine Art Gemüthsstimmung aufgefasst werden, die Folge wird sein, dass dies als eine Sinnesempfindung von den Leuten zum mindesten nicht geschildert werden kann. — Der Einwurf, dass die Lehre von der specifischen Energie keine Entwicklungsgeschichte der Sinnesempfindungen zulasse, trifft weniger sie selbst, als die Thatsache der völligen Unvergleichlichkeit der Empfindungs-Qualitäten. Deshalb ist auch eine Genese der specifischen Energien an sich sehr wohl denkbar. Denn wenn zu einer Zeit die Nervenausbreitungen für die verschiedensten Reize irritabel gewesen sind, wie z. B. in der Hypothese von **Nüsslin**[3]), nach der die **Langerhans**'schen Fühlzellen an den Kopfflossen des Amphioxus Tast-, Licht- und auch Schall-Empfindungen vermitteln, — so brauchten deshalb die Erregungen und demgemäss die psychischen Eindrücke noch keine Unterschiede zu zeigen. Indem aber sich z. B. für den Lichtreiz besonders empfängliche Endorgane bildeten, trat eine Gruppe von Nerven der übrigen Masse gegenüber, wurde erregt, wenn diese ruhten, bewegte sich nicht, wenn diese tief erschüttert wurden. Solche Momente mussten es mit sich bringen, dass diese Gruppe auch durch ein qualitatives Zeichen in der Empfindung unterschieden und in sich zusammengefasst wurde, welches nur ein ganz additionelles, mit dem inneren Wesen in keinem Zusammenhang stehendes Merkmal gewesen sein mag. — Wie endlich die Wirkung auf die Seele zu Stande kommt, darüber wird in der Lehre nichts behauptet, aber auch nichts präjudicirt. Wie letztere von specifischen Substanzen ausgegangen ist, so könnte sie in specifischen Bewegungen endigen, wenn der Bewusstseinszustand nur durch die Art der Bewegung, nicht aber durch den Ort der Aufmerksamkeit selbst bestimmt werden kann. Allein jener ist in jedem Nerven unveränderlich und vor allem hat er nichts mit dem materiellen Reiz zu thun. Vor **Wundt** meinte schon **Lotze**, dass „das Uebermass adäquater Reize, die jedem Nerven verglichen mit der Anzahl der unadäquaten zukommen, in jedem eine specifische Gewohnheit entwickelt haben könnte;“ und da er ferner den Grund der specifischen Empfindungen in der qualitativen Eigenheit der Nervenprocesse sucht, diese selbst aber namentlich durch Rhythmus und Dauer unterscheidet, so liegt es ihm nicht fern, dass der Opticus die Aether-

---

[1]) **Ludwig**, Lehrbuch der Physiologie. 2. Aufl. I. Bd. p. 114.
[2]) Thatsachen in der Wahrnehmung. p. 15.

vibrationen und der Acusticus die langsameren Schallschwingungen mit mache; hier würde er dann gern vermittelst der „psychischen Oscillationen" die Empfindungen selbst ableiten, wenn diese nur vergleichbare Punkte böten. Wundt leitet hier die Empfindungen in viel unmittelbarerer Weise von dem Nervenprocess her. Das Problematische solcher Entwicklungen kann nicht geeignet sein, eine so klare Lehre zu untergraben, welche es eben als einen Vorzug betrachtet, das Unerklärliche vermieden zu haben.

Sehorgan.

Was die zweite Frage, die Durchführung der modernen Lehre bei den einzelnen Sinnesorganen betrifft, so ist schon angedeutet, dass selbst beim Sehorgan, welches für dieselbe neben dem Ohr immer als Paradigma hingestellt worden ist, die Verhältnisse — insoweit sie eben die jüngere Form angehen — allerdings noch discutabel sind. Rose hat die Beobachtung, dass Santonin zugleich violette Hallucinationen und Violettblindheit erzeuge, zu einem Einwurf gegen die Young'sche Theorie benutzt, seine Folgerungen sind jedoch von Helmholtz[1]) und Aubert[2]) als unberechtigt nachgewiesen worden. Die Young'sche Theorie muss annehmen, dass jede Spectralfarbe alle drei Farbenfasern erregt, wogegen Versuche von Maxwell[3]) und J. J. Müller[4]) die Folgerung zulassen, dass dies nur bei Grün, nicht aber bei Roth und Violett der Fall sei. Wundt weist auch darauf hin, dass bei der Seltenheit der Violettblindheit und dem überhaupt noch nicht sicher constatirten Vorkommen von Grünblindheit es auffallend sei, dass gerade fast nur die eine Art von Fasern fehlen sollte, wobei übrigens zu erwähnen ist, dass ein Fehlen von Fasern nicht nothwendig angenommen werden muss, sondern nur die Unterschiede der Erregbarkeit bei den einzelnen Fasern verwischt sein können[5]). Hirschberg weist ausserdem darauf hin, dass Grünblindheit (Grün-Amblyopie) die häufigste sei[6]).

Gehörorgan.

Das Gehörorgan, welches später in unserer Lehre eine so berufene Stellung einnahm, gewährte der Müller'schen nur ein zweifelhaftes Zeugniss. Bei der electrischen Reizung kann man wohl sagen, man wisse nicht, was man reizt, und namentlich von Weber wurde sie mit Misstrauen betrachtet, welcher auf die Contraction der Paukenhöhlenmuskeln als Geräuscherzeuger hinwies[7]) Müller berief sich auf Volta, der Geräusche hörte, wenn er seine Ohren an die Pole einer Batterie von 40 Elementen legte. Ritter hörte im Augenblick der Stromschliessung das G einer Violine — eine Beobachtung, die wie viele Ritter'sche, nie von andern wiederholt wurde. R. Wagner, Valentin[8]) hörten überhaupt

---

[1]) Phys. Optik. p. 846 f.
[2]) Phys. der Netzhaut. p. 182.
[3]) Phys. Psychol. p. 389.
[4]) Phys. Optik. p. 844.
[5]) A. Fick, Zur Theorie der Farbenblindheit. Würzburger Verh. 1873.
[6]) du Bois-Reymond's Archiv. 1878. p, 332 f.
[7]) E. H. Weber, Tastsinn und Gemeingefühl. R. Wagner's Handwörterbuch der Physiol. Bd. III. p. 486.
[8]) Valentin, Lehrbuch der Physiologie. 1848. Bd. II. p. 275.

nichts. In neuerer Zeit kam die Electricität in der Otiatrik in Aufnahme, und zwar zunächst die Faradisation, wobei die Patienten meist eigenthümliche Gehörempfindungen (Kochen, Brummen) angaben [1]. Brenner [2]) hat den constanten Strom cultivirt und dabei eine genaue Skala der akustischen Phänomen aufgenommen, welche mit der Stromstärke vom Summen einer Fliege durch das Rollen von Equipagen, Donner bis zum reinen Glockenton schreitet, wobei er auf Grund der von ihm behaupteten Uebereinstimmung mit dem Pflüger'schen Gesetz eine wirkliche Electrotonisirung des Acusticus annimmt. Wenn auch das nähere Detail seiner Angaben von Schwarze [3]) angegriffen wird, so führt dieser doch selbst einen Fall an, in dem der Hörnerv die Empfänglichkeit für seinen adäquaten Reiz eingebüsst hat, während der electrische noch Gehörsempfindung verursacht. Es ist also von allen Seiten bestätigt, dass der Acusticus electrisch zu reizen ist und dabei in seine specifische Empfindung verfällt.

Nicht weniger schwierig war der Acusticus directen Druckwirkungen zugänglich. Einige Beobachtungen haben Aneurysmen der A. basilaris als Ursache von Ohrensausen und Klingen angegeben (Ogle). Ferner entsteht Sausen bei Drucksteigerung im Labyrinth, z. B. durch Katarrh. Wenn Beobachtungen über innere Reize dem etwas hinzufügen können, so wäre hier die Reflexempfindung von den Trigeminus-Bahnen zu erwähnen, auf die Türck, Tröltsch und Benedikt aufmerksam machen.

Wenn der älteren Lehre solche Facta genügen konnten, so führt uns die moderne Form hier auf ein noch dunkles Gebiet. Wenn sich auch über eine dem Eigenlicht analoge Form der inneren Erregung keine bestimmte Beobachtung findet — ich höre in jedem Moment, bei Aufmerksamkeit und äusserer Stille in beiden Ohren ein sich gleichbleibendes Klingen von mittlerer Höhe, — sehr wohl unterschieden von den übrigen entotischen Geränschen — so muss doch das spontan auftretende einseitige Ohrklingen Verwunderung erregen, insofern es stets in einer Höhe erscheint. Unsere Lehre würde vielmehr ein Verhältniss der qualitativen Mannigfaltigkeit fordern, wie man es beim Auge hat. Weiter würde die moderne Lehre verlangen müssen, dass für die verschiedenen Arten von Gehörempfindungen, also die Geräuscharten, die Töne mit ihren nicht vergleichbaren Färbungen specielle Fasern existirten; es ergab sich jedoch, dass man die verschiedenen Klangfarben auf die Zusammensetzung aus einfachen Tönen zurückführen kann, und mit welchem Glück die anatomischen Verhältnisse zu Gunsten einer Ansicht ausgelegt werden konnten, die selbst geringen Tonunterschieden noch besondere Einrichtungen der Perception und Leitung zuwies. War die Anatomie und Physik der Physiologie zu Hülfe gekommen, so beeiferte sich auch die Pathologie, welche bei allen solchen Fragen als die Verwalterin der grossen empirischen Vorrathskammer gern eine controlirende Rolle übernimmt, Belege zu liefern. Es wurden Fälle bekannt, wo Reihen von Tönen ausgefallen waren oder einzelne um eine Terz oder Octav zu hoch wahrgenommen wurden (Schwarze, Moos, Politzer). Magnus [4]) hat einen Fall beobachtet, in dem bei einer musikalischen Dame die Töne F bis H in der einge-

[1]) Tröltsch, Lehrbuch der Ohrenheilkunde. 4. Aufl.

[2]) Brenner, l. c.

[3]) Schwarze, Ueber die sogenannte Electro-Otiatrik. Brenner's Arch. f. Ohrenheilkunde. Bd. I.

[4]) A. Magnus. Ein Fall von partieller Lähmung des Corti'schen Organs. Arch. f. Ohrenheilkunde. II. Bd.

strichenen Octave nicht wahrgenommen wurden, ausserdem bestand eine Lücke von drei Tönen in der zweigestrichenen Octave. Links wurden ausserdem alle Töne um $^1/_2$ Ton zu hoch vernommen und während dasselbe für Musik sich schwächer erwies, wurde es für Sprachlaute ausschliesslich gebraucht (letzteres beides öfter beobachtet). Die unendliche Menge der Tonempfindungen hat Helmholtz daraus hergeleitet, dass bei der Vibration zweier benachbarter Fasern ein Ton entstehe, welcher zwischen den ihnen angehörenden Empfindungen liege [1]). Hiergegen macht Wundt geltend, dass bei diesen Tönen dann die Empfindung nothwendig eine zusammengesetzte sein müsse. Allein zwei nahe genug gelegene Hautpunkte geben bei Berührung auch nur eine einfache Empfindung, in welcher doch die Verschiedenheit der Sonderempfindungen nicht verloren gegangen ist, denn der Eindruck erscheint verlängert; viel näher aber noch liegt hier das Beispiel der Klangfarben, welche man doch ebenfalls als einfach empfindet.

Während Joh. Müller [2]) die Schallwellen den Hörnerven theilen liess und demgemäss die Geräusche dadurch erklärte, dass ein „Missverhältniss in der Theilung in ruhende und bewegte Theile obwalte", hatte das Corti'sche Organ für dieselben keinen Platz mehr. Zwar sucht Exner [3]) darzulegen, dass der Apparat für die Klanganalyse auch für die Geräusche ausreiche. Allein im Interesse unserer Lehre muss man sich nach anderem umsehen. Man hält die Otolithen und Ampullenhärchen für die hierzu bestimmten Apparate, wobei erstere sowohl als Verstärker wie als Dämpfer des Schalles [4]) angesehen worden sind. Hat man für beide einen Zusammenhang mit den Nerven noch nicht nachgewiesen, so ist er doch wahrscheinlich [5]) Viel schwerer sind die beiden Postulate zu befriedigen, dass diese Endorgane nur unregelmässigen Luftstössen, nicht aber regelmässigen Schwingungen gegenüber irritabel sein müssen, und dass sich die Färbungen der Gecäusche, deren physikalische Natur selbst noch dunkel, auf einfache Elemente der Empfindung wie Composition zurückführen lassen.

Das erste Postulat wird dadurch noch specificirt, dass nach Töpler [6]) der electrische Funke nur einen Luftstoss und dabei doch die Empfindung des Knalles hervorbringt. Man kann die Erklärung dafür, dass eine regelmässige Folge solcher Stösse keine Empfindung hier auslöst, in den schwingenden Endorganen selbst oder in den centralen Apparaten suchen. Der histologische Befund charakterisirt jene auch in der That als elastische Gebilde mit starker Dämpfung. Von den centralen Zellen sucht Hensen [7]) plausibel zu machen, dass sie sich an gleichbleibende Reize sehr schnell gewöhnen. Er führt dafür an, dass gewisse Schwebungen als langsam anschwellende und dann plötzlich abbrechende Schläge empfunden werden. Mit diesen Uebereinstimmungen des Reizungsvorganges bei Geräuschen und Tönen nähern wir uns der Schwierigkeit, welche ein Verbindungsglied zwischen beiden macht. Als Grundlage der Geräusche werden die Schwebungen aufgefasst. Dieselben werden bei langsamer Folge einfach als

---

[1]) Lehre von den Tonempfindungen. p. 219.
[2]) Joh. Müller, Physiol. des Gesichtssinnes. p. 452 ff.
[3]) Arch. für die gesammte Physiologie. XI. p. 417.
[4]) Grünhagen-Funke, Lehrbuch der Physiologie. II. Bd. p. 141.
[5]) Henle, Handbuch der Eingeweidelehre. 2. Aufl. p. 812 ff.
[6]) Töpler, Beobachtungen nach einer neuen optischen Methode. Bonn 1864.
[7]) Hensen, Physiologie des Gehörs in Hermann's Handbuch der Physiol. p. 98. Bd. 2. Theil.

Intensitäts-Schwankungen des Tones percipirt. Erreichen sie einen gewissen Grad von Schnelligkeit (mehr als 10—12 in der Secunde), so treten rauhe schwirrende Empfindungen auf, welche nach Helmholtz das Wesen der Dissonanz ausmachen. Endlich entstehen exquisite Geräusche, z. B. wenn man viele nebeneinanderliegende Töne anschlägt, wie auch umgekehrt aus Geräuschen heraus durch Resonatoren einzelne Töne percipirt werden können, wie man z. B. für die Vokalgeräusche der menschlichen Stimme einzelne Töne, aus deren Interferenz sie hervorgehen, gefunden hat.

Die Empfindung der Schwebungen sowohl wie der dissonirende Charakter wird von Helmholtz auf das Corti'sche Organ bezogen. Es ist ein Gefühl der Unlust[1]): „Die Dissonanzen bringen durch ihre Intermittenzen eine den Gehörnerven quälende und erschöpfende Art der Erregung zu Stande." Es liegt jedoch nahe, die Empfindung des Rauhen selbst, die doch eine Geräuschempfindung ist, von dem Unangenehmen derselben abzulösen, und dies thut Hensen[2]), indem er letzteres der Schneke, erstere dem Otolithen vindicirt, so dass die Schwebungen beide Endapparate erregen. Was nun hierbei Schwierigkeiten macht, ist, dass bei langsamen Schwebungen Geräusche nicht entstehen, während die Reizung der Otolithen gerade für einzelne Stösse postulirt wurde.

Und noch dunklere Punkte bringt die zweite Forderung. Die Geräusche werden im Allgemeinen durch nicht periodische Bewegungen hervorgebracht. Da sowohl diese die mannigfaltigsten Bewegungsformen darstellen können, wie die Geräuschempfindungen selbst sehr verschiedenartig sind, so muss man entweder annehmen, dass den letzteren eine grössere Anzahl besonderer Nerven-Endapparate entspreche, von denen jeder auf eine bestimmte unregelmässige Folge von Schwingungen abgestimmt ist, oder, dass sich die nicht periodischen Schwingungen auf einfachere, sie zusammensetzende Elemente zurückführen lassen, welchen andrerseits ebensolche Empfindungs-Elemente entsprechen. Das erstere sucht man von vornherein zu vermeiden.

Ein Schwingungs-Element, aus dem sich unperiodische Schwingungen zusammensetzen sollen, kann nicht wohl etwas anderes als ein einziger Luftstoss sein. Da ferner die Reizübertragung dadurch geschieht, dass die Endorgane jede Bewegung des Labyrinth-Wassers[3]) mitmachen, so muss der gleiche Luftstoss im Allgemeinen alle Fasern in gleicher oder nur quantitativ abgestufter Weise erregen. Man müsste demgemäss bei jedem Luftstoss sämmtliche Species von Geräuschen erwarten, wenn den einzelnen Fasern complete specifische Qualitäten innewohnen, und muss umsomehr ein einfaches Reizelement und dementsprechend einfaches Empfindungs-Element suchen. Ein allerdings nicht ganz sicheres Paradigma haben wir in dem Knall, welchen der electrische Funke erregt. Erfolgen nun unperiodische Bewegungen, so wirken diese auf die Endorgane als Reihen von Elementar-Stössen mit stetem Wechsel der Intensität und Wellenlänge. Dass einzelne Härchen für kürzere, einzelne für längere Wellen adaptirt sind, und dass derartige Gruppen auch gewisse Unterschiede der ihnen angehörenden elementaren Geräusch-Empfindung zeigen,

---

[1]) Lehre von den Tonempfindungen. p. 505.

[2]) V. Hensen (l. c. Physiologie des Gehörs in Hermann's Handbuch der Physiologie. Bd. III. 2. Thl.).

ist wohl denkbar. Das Vorgetragene soll nur erläutern, zu welchen Folgerungen die Annahme besonderer Endorgane für die Geräusche führen würde. Während beim Corti'schen Organ die Voraussetzung der Nervenerregung in der tetanisirenden Wirkung der Schwingungen gelegen ist, wird eine Einrichtung hier gefordert, welche Schwingungen unwirksam macht, einzelne Stösse aber zum Sensorium fortleitet. Der Charakter eines einfachsten Geräusches würde sich sonach aus der Verschmelzung unbewusster Einzelempfindungen herstellen, eine Reihe solcher schnell auf einander folgender Geräusche aber wieder ein scheinbar continuirliches zusammengesetztes ergeben. Indem wir uns in der Lage sehen, die einzelnen Stösse wie Partialtöne zu betrachten, welche in die sinnliche Empfindung gelangen, ohne für gewöhnlich Gegenstand der bewussten Wahrnehmung zu werden, — freilich mit dem Unterschiede, dass es sich hier um eine Folge, dort um etwas gleichzeitiges handelt —, so nähern wir uns demselben Punkte, welcher schon früher als eine psychologische Voraussetzung der modernen Lehre dargestellt war; was Helmholtz ausdrückt[1]): „Es ist eine Eigenthümlichkeit aller unserer sinnlichen Wahrnehmungen, dass wir zusammengesetzte Aggregate von Empfindungen als weiter nicht zu zerlegende sinnliche Symbole einfach äusserer Objecte behandeln."

In dieser Richtung würde die Lehre von den specifischen Energieen die Verhältnisse der Geräusche für sich ordnen. Bestimmtere Anhaltspunkte wären nur zu erlangen aus Curven der verschiedenen Geräusche, in welchen man dann bei den ähnlichen Geräuschen entsprechenden eine Aehnlichkeit in ihrem Verhältniss zur einfachen kurzen Welle nachzuweisen hätte.

Geruchsorgan.

Beim Geruch kennt man nichts als eine Summe von Empfindungen; die Art der Reize, ihre Uebertragung auf den Nerven, und ihr Verhältniss zu der Art der Empfindungen ist völlig unbekannt. Es würde werthlos sein, durch Deductionen in das Dunkel eindringen zu wollen, wenn nicht unsere Aufgabe erheischte, die anatomischen und physiologischen Postulate unserer Lehre hier darzulegen.

Es gibt keine objectiven Gerüche, sie existiren nur in dem Erregungszustande unserer Geruchsnerven, gleichviel woher dieser rührt. Man kann nun nicht annehmen, dass es hier nicht möglich sei, den Nerven auf andere Weise als durch seinen adäquaten Reiz zu erregen; dann aber stimmt es wenig mit unseren Forderungen, dass die Angaben über electrische Geruchserregung nicht blos sehr vereinzelt, sondern auch höchst unsicher sind. Nach der Aufzählung Du Bois-Reymonds[2]) haben den electrischen Geruch mehr Beobachter geläugnet als wahrgenommen. Die Angaben letzterer lassen sich allerdings nach demselben Forscher vereinigen, indem die einen fauligen, Ritter ammoniakalischen Geruch[3]) wahrnehmen. Letzterer gibt ausserdem bei Schliessung des aufsteigenden Stromes sauren Geruch an. Rosenthal[4]) füllte die Nasenhöhle in der von Weber an-

---

[1]) Lehre von den Tonempfindungen. p. 556.
[2]) Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thier. Electricität. I. Bd. p. 285.
[3]) l. c. p. 343.
[4]) Rosenthal. De energiis nervorum specificis. Diss. inaugur.

gegebenen Weise mit Wasser und suchte so eine directe Reizung des Olfactorius durch den electrischen Strom herbeizuführen. Allein er roch nichts, bemerkt allerdings dabei, dass der heftige Schmerz der Auffassung des Geruches sehr hinderlich sei. Joh. Müller's Ansicht über den electrischen Phosphorgeruch ist seit Schönbein's Nachweis, dass derselbe dem Ozon angehöre, hinfällig. Mechanische Erregung des Geruchssinnes wollte Valentin[1]) beobachtet haben; Fröhlich bestätigt seine Beobachtungen nicht. E. H. Weber[2]) konnte eine thermische Geruchs-Erregung nicht constatiren, obwohl er mit Wasser von 0° bis 50° die Nasenhöhle füllte. Dagegen gibt es, von den Geruchshallucinationen Geisteskranker und Epileptiker (als Aura) abgesehen, Beobachtungen über Erkrankungen des Olfactorius-Stammes, welche mit subjectiven Gerüchen einhergingen, z. B. der eclatante Fall von Lockemann[3]), wo ein Carcinom den einen Tractus olfactorius völlig zerstört hatte. Endlich sind hier die Geruchsträume zu erwähnen. Purkinje (Wachen, Schlaf, Traum und verwandte Zustände. R. Wagner's Hdwbch. III, p. 441) erklärt, keine Erfahrungen darüber zu haben. Das unzweifelhafte Vorkommen derselben wird jedoch bewiesen durch das Zeugniss Em. du Bois-Reymond's, das sich bereits in der oben angeführten Rosenthal'schen Dissertation findet (p. 21. Alterum exemplum Ill. du Bois in semet ipso expertus est, nempe ei somnianti clarae perceptiones olfactus obtigerunt). Nach einer mir von Herrn Geh.-Rath du Bois-Reymond gewordenen werthvollen persönlichen Mittheilung hat derselbe, seitdem er darauf achtet, häufiger Geruchsträume beobachten können.

Soll nun ferner einer jeden Qualität eine besondere Faser zugewiesen werden, so muss man die Frage aufwerfen, ob die Zahl der Geruchsqualitäten eine unbegrenzte sei — eine Aufgabe der Wahrscheinlichkeitsrechnung; denn nachdem seit Urzeiten täglich die Zahl der Gerüche durch neue sich vermehrt, so würde die Aussicht, dieselbe einst völlig abgeschlossen zu finden, eine ziemlich geringe sein. Macht man jedoch im Sinne unserer Lehre, da eine unendliche Anzahl der Empfindungen mit der endlichen der Nervenfasern in offenberem Widerspruch steht, diese Annnahme, so wäre das einfachste, dass es so viele Gerüche als Olfactoriusfasern gibt. Abgesehen davon, dass dies einer Prädestination zustimmen hiesse, welche mit den genetischen Anschauungen unserer heutigen Naturwissenschaft in argem Missklang stehen würde, so wäre eine weitere Folge, die selbst durch Axencylindertheilungen kaum geändert wird, die Abhängigkeit jeder Geruchswirkung von der Erregung und Integrität immer eines sehr kleinen Stückchens der Schneider'schen Membran. Nun kommt es allerdings vor, dass Leute manche Gerüche garnicht auffassen, z. B. den der Reseda[4]); allein unsere Einrichtung müsste bei der theilweisen Exposition der Regio olfactoria ganz andere Störungen nach sich ziehen. Ferner müsste die Grösse der durch Geruchsstösse erregten Fläche, abweichend von anderen Sinnen, ganz gleichgültig sein, wogegen

---

1) Valentin, Lehrb. der Physiol. 1848.

2) G. H. Weber, Ueber den Einfluss d. Erwärmung und Erkältung d. Nerven etc. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1847.

3) Lockemann, Zur Casuistik der Geruchsanomalien. Zeitschr. f. ration. Medic. XII. Bd. p. 340.

4) Joh. Müller war in dieser Lage. Handbuch der Physiol. II. Bd., p. 488 „Mehreren riecht Reseda nicht sehr sublim und mehr krautartig, wie Blumenthal an

sich jedoch v. Vintschgau[1]) ausspricht. Beim Ausathmen nämlich werden die Gerüche weniger deutlich wahrgenommen; zugleich lässt sich aber nachweisen, dass dabei eine viel beschränktere Partie der Riechschleimhaut von der Luft bestrichen wird. Ferner haben die Thiere mit der ausgedehntesten Geruchsfläche auch das feinste Geruchsvermögen. Endlich würde man bei einem derartigen Verhalten gewiss eine relativ bedeutende Concentration der Reizstoffe vermuhten, was nun gerade garnicht sich hier bewahrheitet. So hat man nach Valentin[2]) von $1/_{20000}$ Mgrm. Rosenöl, $1/_{5000}$ Mgrm. Schwefelwasserstoff, $1/_{600}$ Mgrm. Brom etc. noch deutlich ausgesprochene Gerüche.

Sieht man von einer begrenzten Zahl der Gerüche ab, so müssen dieselben überwiegend zusammengesetzte Empfindungen darstellen. Es sind Grundempfindungen anzunehmen, aus deren variirender Mischung die übrigen, wieder mit Hülfe unbewusster Empfindungen, sich herstellen lassen. Doch sehen wir zuvor, wie sich überhaupt die Reizverhältnisse gestalten werden.

Bei der ersten Annahme sind Vorrichtungen erfordert, welche für jede Faser eine specifische Irritabilität für einen besonderen Reizvorgang ermöglichen. Fragt man, ob sich dafür Anhaltspunkte bieten, so muss man die durchaus dunkle und keineswegs zweifellose Art des Reizes erörtern. Da man als Erzeuger des Reizes die materiellen Effluvien des Körpers ansieht, so hält man die Reizübertragung für einen chemischen Process, und um in diesem das Intactbleiben der Endorgane festzuhalten, muss man sich vorstellen, dass dieselben mit leicht restitutionsfähigen chemischen Körpern, wie der Sehpurpur, impräguirt sind[3]). In unserem Falle wäre dann für jede Faser eine besondere Substanz erforderlich, welche die Eigenschaft haben müsste, im allgemeinen blos durch eine bestimmte andere chemisch alterirt zu werden. Dem gegenüber hat es auch nicht an solchen gefehlt, die das Wesen des Reizes in mechanischen Verhältnissen suchten; es sollten Schwingungen in den Dunstkörpern[4]) vorhanden sein, die sich dem Geruchsorgan mittheilen. Die Anschauung[5]) findet in den schwingenden Härchen, die M. Schultze bei Vögeln und Amphibien entdeckt und als Riechendorgane aufgefasst hat, einen willkommenen Beleg. Auf einem völlig anderen Standpunkt steht die veraltete Ansicht von Rudolphi[6]), dass „eine nicht näher bestimmbare Modification der Luft stattfindet, wie bei dem Schall.“

Die zweite Annahme setzt eine wiederkehrende Gruppe von Fasern voraus, die je specifischen Reizen adäquat sein müssten, ohne dass hier die strenge Sonderung nöthig ist; es kann der Reizstoff der einen Faser die andern schwach mit erregen. Ueber die Zahl der in einer Gruppe enthaltenen Fasern kann man um so weniger etwas sagen, als die Möglichkeit der Reduction auf Grundempfindungen bei den Düften überhaupt noch nicht nachgewiesen ist. Ein solcher Nachweis würde sich stützen auf eine rationelle Eintheilung der Gerüche; bei einer solchen würde zu-

---

[1]) v. Vintschgau, Physiol. des Geruchssinnes in Hermann's Handb. d. Phys. III. Bd. 2. Theil. p. 275.

[2]) Valentin, l. c. p. 279.

[3]) Ogle schliesst aus einer klinischen Beobachtung, dass das Pigment der Epithelialzellen für den Riechact von Bedeutung ist. Erb, Handbuch der Krankheiten des Nervensystems.

[4]) v. Vintschgau, l. c.

[5]) Valentin, l. c. p. 288.

[6]) Rudolphi, Grundriss der Physiologie. Berlin 1823. II. Bd. p. 111.

nächst der mit denselben verbundene Affect gänzlich ausgeschaltet werden müssen. Theilt man die Vermuthung Lotze's, welcher „die Lust an die Förderung, Unlust an die Störung des Lebens knüpft," so würde man allerdings bei den Duftstoffen zwei objectiv nach ihrer chemischen Reaction getrennte Gruppen unterscheiden müssen; allein gerade dies involvirt eine Unabhängigkeit von den Qualitäten und somit von den Fasern, denn wenn Apparate nur dadurch in Function treten, dass sie in schädlicher Weise alterirt werden, so wird dies, da eben der Gegensatz fehlt, auch keinen Anlass zum Unlustgefühl geben. Allein mag das Verhältniss von Empfindung zu Lust und Unlust sein, welches es wolle, es ist kein constantes, wofür sich zahlreiche Belege bei Cloquet[1]) finden; als prägnant sei erwähnt, dass die Orientalen unseren Teufelsdreck „manger des dieux" nennen. Hysterische Frauenzimmer lieben den ekelhaften Geruch gebrannten Horns. Mangelhafte Versuche der Eintheilung wurden von Linné, Haller, Lorny, Fourcroy[2]) gemacht. In neuerer Zeit hat Fröhlich[3]) weniger eine Eintheilung, als eine Gruppirung angegeben, welche zu ganz anderen Zwecken diente und auch nicht erschöpfend ist.

Indem die Zahl der in einer Gruppe befindlichen Fasern beliebig gelassen wird, muss man in dem Endorgan einer jeden eine Vorrichtung, sagen wir eine chemische Substanz, annehmen, welche zu einem bestimmten Duftstoff in einem besonderen chemischen Verhältniss steht; sie könnte dabei auch zu anderen chemischen Körpern noch in Relation sein, mit Unterschieden der intensiven Einwirkung; und demgemäss würde eine zusammengesetzte Geruchsqualität sich unter einer bestimmten Formel präsentiren, in welcher man für die Erregungswerthe auch bestimmte Stoffe — wenigstens annähernd — setzen kann. Der Duftstoff, welchem dieser Geruch angehört, würde eine Wirkung äussern, wie eine Reihe von anderen Stoffen, ohne aus diesen zusammengesetzt zu sein. Diese Mannigfaltigkeit aber der wirksamen Kräfte, welche wir den nicht einfach constituirten Duftstoffen zuertheilen müssen, lässt schliessen, dass es sich um gegenseitige Zersetzungen handele, deren Producte erst Erreger darstellen.

Die bei allen Nervenerregungen, zumal aber solchen chemischen Charakters, nothwendig auftretenden Ermüdungserscheinungen müssen bei unserem vorausgesetzten System qualitätsändernd auf folgende andere Düfte wirken, insofern beiden eine Partialwirkung gemeinschaftlich ist. Diese Bedingung würde bei einer grossen Reihe von Versuchen voraussichtlich öfter hergestellt werden. Auch sind Anomalien in der Geruchsperception in der Weise zu erwarten, dass Grundempfindungen ausfallen und deshalb ganze Reihen von Gerüchen in ihrer Qualität eine andere Färbung erleiden.

In wie weit diese Forderungen bestätigt werden, ist zum Theil schon gesagt. Man ist sich selbst über die Beziehungen der bekannten Endorgane zum Olfactorius noch nicht im Klaren; Hoffmann und Exner fanden gegen Schiff und Colasanti nach Durchschneidung des Olfactorius Untergehen der Riechzellen (mit Sicherheit nur an Fröschen). Von anatomischen Unterschieden der Endorgane, gruppenweiser Anordnung und ebenso von in ihnen enthaltenen chemischen Substanzen und deren Verschiedenheiten kennt man gar nichts. Dem entsprechend ist man weit

[1]) Cloquet, Osphresiologie. II. édit. Paris 1821. p. 74 ff.
[2]) Cloquet, l. c. Chap. IV.

dungen zu geben. Allein man ist sich kaum klar, ob dieselben überh[illegible] sämmtlich und reine Geschmäcke vorstellen. Vom sauren und sa[illegible] behauptete Valentin[1]), dass sie „zweideutiger Art," von Tast- [illegible] schmacksnerven zusammen herrührten. Dagegen haben die Versuch[illegible] Stich, Schiff, Fick, Neumann und endlich von Vintschgau au[illegible] bestimmteste ergeben, dass das „Saure" eine wahre Geschmacksempfin[illegible] sei. Ebenso verhält es sich nach v. Vintschgau's Versuchen mit [illegible] Salzigen. Nur erregen beide Reize in concentrirterer Lösung auch [illegible] Gefühlsnerven[2]) und daher stammen die Zweifel. Diese sind aus [illegible] umgekehrten Grunde bei Bitter und Süss nie aufgeworfen. Dass d[illegible] Mischung dieser, nun zweifellos reinen Geschmacksempfindungen, an[illegible] Qualitäten entstehen könnten, tst nicht bekannt, allein fast scheint es, [illegible] ob wir dieser Forderung überhoben wären. Denn nach den Erfahrun[illegible] von Wing, Guyot und endlich v. Vintschgau gibt es eben ausser [illegible] genannten überhaupt keine reinen Geschmacksempfindungen, die gan[illegible] Summe der für gewöhnlich so betrachteten setzt sich vielmehr zusamme[illegible] aus Geruchs-, Gefühls- und den erwähnten Geschmacksempfindungen. Hie[illegible] für sprechen auch die Fälle von doppelseitiger Anosmie, bei denen trotz exacter Unterscheidung der vier Grundqualitäten der sonstige specifische Geschmack der Ingesta nicht erkannt wurde. Die scheinbaren Ausnahmen, Anosmie ohne Geschmacksstörung, sind von Ogle hinreichend erklärt[3]). In Folge von katarrhalischer Schwellung oder Muskellähmung kann die Inspirationsluft nicht zur Regio olfactoria eindringen, wohl aber vermag dabei die mit Speisedüften geschwängerte Luft durch die Choanen zur Riechschleimhaut zu gelangen. Dadurch wird auch das entgegenstehende Beispiel Picht's hinfällig[4]). Die Armuth an Qualitäten und die abweichenden Verhältnisse der Empfindungsmischung würden sonach dem Geschmacksorgan eine besondere Stellung unter den Sinnesorganen zuweisen. Vielleicht ist es aber auch nur der letzterwähnte Punkt, welcher zur Folge hat, dass das Bittere aller bittern Substanzen gleich, und das Süsse aller süssen Substanzen gleich empfunden wird, und dass die ihnen zum Theil wenigstens ohne Zweifel innewohnenden anderweitig erregenden[5]) Eigenschaften nicht zur Geltung kommen, statt eine Modification der Färbung zu verursachen.

Die Bedingungen der specifischen Reizanpassungen der Fasern müssen in chemischen Differenzirungen der Stiftzellen gelegen sein. Dass nicht blos die Geschmacksknospen überhaupt, sondern ausschliesslich die inneren Geschmackszellen mit den Nervenfasern sich verbinden, macht Hönigschmied[6]) nach Chlorgold-Präparaten wahrscheinlich, und zugleich, dass dieselben die wahren Endorgane der Geschmacksnerven darstellen, während allerdings Leydig eben diese für Zellen von rein secretorischer Function

---

[1]) Valentin, l. c. p. 293.

[2]) Näheres siehe bei v. Vintschgau, Beiträge zur Physiologie des Geschmackssinnes. III. Pflüger's Archiv. 20. Bd. p. 225.

[3]) Näheres bei Erb, Krankheiten des Nervensystems. 1. Hälfte. In Ziemssen's Handbuch. p. 930.

[4]) F. Picht, De gustus et olfactus nexu praesertim argumentis pathologicis et experimentis illustrato. Dissert. Berolini. 1829. Picht hatte keinen Geruch, behauptete aber, doch alle Geschmäcke unterscheiden zu können.

[5]) Dies gilt nach v. Vintschgau besonders für bittere Stoffe. l. c. p. 252 f. Chininum sulfur. z. B. erregt auch schwach die sauren Fasern etc.

[6]) Hönigschmied, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie über die Geschmacksgane der Säugethiere. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 23. 3. Heft. p. 431 ff.

oerleht. Dass das Wesen der Reizwirkung hier ein chemisches ist, ist wohl
sar allen Zweifel erhaben, freilich hat Bellini einst es in dem mecha-
hen Eindruck der verschieden gestalteten kleinen Theilchen, z. B. der
stallinischen Salze gefunden[1]). Dennoch zeigt die Gruppirung der
rper nach ihrem Geschmack keine durchgehenden chemischen Charak-
te, und dies muss uns auch hier veranlassen, die Wirkung auf den Ner-
n durch Zersetzungsproducte gewisser chemischer Substanzen vermittelt
sehen, welche in den Stiftzellen enthalten sind und eine gewisse Breite,
er zugleich Specificität der Reactionsfähigkeit besitzen, d. h. nicht blos
rch ein, sondern durch mehrere verschiedenartige chemische Wesen in
leicher Weise angegriffen werden könuen. Ob die Anordnung der vor-
usgesetzten Fasern und ihrer chemisch verschiedenen Endorgane — welche
ich nun wieder innerhalb der Geschmacksknospen selbst finden könnte —
emals wird nachgewiesen und damit ein exactester Beweis für unser Gesetz
rird geliefert werden können, ist auch hier wieder höchst zweifelhaft.

Ueberall wo bei Sinnesflächen die Localität der Reizwirkung veränderlich ist, findet man auch erhebliche locale Variationen seiner Einrichtung im Verlauf des Apparates, so bei Auge, Haut. Dasselbe ist, also ein Wechsel in der Vertheilung der Fasern, für das Geschmacksorgan zu erwarten. Dieser wird sich theils in Modificationen der Qualität, theils in solcher der Intensität des Eindrucks äussern, wobei im Allgemeinen vorausgesetzt wird, dass die Reizwirkung eines Geschmackskörpers keine ganz exclusive ist. Die relative Intensität wird durch die Reactionszeit gemessen, und letztere zeigt in der That nach v. Vintschgau[2]) und Hönigschmied in der Weise Unterschiede, dass sie am Zungengrunde geringer als an der Spitze, dagegen für die einzelnen Qualitäten ziemlich gleich ist, während sie an letzterer Unterschiede zeigt und namentlich für „*Bitter*“ verlängert ist. Auch die Modificationen der Qualität finden wir bestätigt in den umfänglichen Versuchen von Horn, Picht, Guyot, Lussana und Inzani. Während im Einzelnen hier zwischen den Untersuchern Discordanzen herrschen, geht doch, trotz der Einwände von Stich und Schirmer, als sicher hervor, dass fast alle Salze an der Zungenspitze sauer und salzig, am hinteren Theil der Zunge bitter und metallisch schmecken. Horn findet auch die Säuren an der Zungenbasis meist bitter.

In Betreff der pathologischen Vorkommnisse würde hier den bei der partiellen Anosmie entwickelten Forderungen der allerdings einzige und noch dazu nicht ganz klare Fall von Jacubowitsch[3]), wo ein lepröser Kosak Süss und Salzig, aber nicht Bitter und Sauer schmeckte, entsprechen. Ferner sollen bei Otitis media suppurativa nicht alle vier Geschmacksarten in der Perception gleich herabgesetzt sein[4]). Bei der Geschmacksperception überhaupt, bei welcher man von dem Begriff eines Normalen noch gar nicht reden kann, kommen so viele physiologische Variationen vor, dass dieselben vollständig die Rolle pathologischer Vorkommnisse würden vertreten können, wenn wir eben ein bestimmtes Mass des Normalen hätten. So fand v. Vintschgau bei verschiedenen vollkommen gesunden Individuen eine so verschiedene Entwicklung des Geschmackes

---

[1]) Rudolphi, l. c. Bd. II. p. 96.

[2]) v. Vintschgau, Physiologie des Geschmackssinnes in Herman's Handbuch. III. Bd. 2. Theil.

[3]) Erb, l. c.

[4]) Urbantschitsch, Beobachtungen über Anomalieen der Tastempfindung und der Speichelsecretion in Folge von Erkrankungen der Paukenhöhle. Stuttgart 1876.

an der Zungenspitze, dass er vier vollkommen abgegrenzte Reihen unterscheiden kann[1]). Urbantschitsch macht auf individuelle Einschränkungen der Perception für einzelne Geschmäcke auch an anderen Theilen des Geschmacksfeldes aufmerksam.

Sollten diese Ergebnisse für die moderne Form unserer Lehre noch nicht positiv genug erscheinen, so ist zu erinnern, dass selbst die ältere Mühe hatte, sich den Geschmackssinn zu erobern.

Am ausgedehntesten sind die Discussionen darüber, ob die allgemeinen Nervenreize in den Geschmacksnerven Geschmacksempfindung erzeugen, für die electrische Reizung geführt worden. Die Kenntniss des electrischen Geschmackes ist älter als unsere Lehre. Volta's Angabe, dass an der Anode saurer, an der Kathode alkalinischer Geschmack entstehe, brachte schon vor der Entdeckung der electrolytischen Eigenschaften des Stromes Humboldt[2]) auf den Gedanken, dass es sich um ein wirkliches Schmecken von durch die veränderte Thätigkeit der Gefässe abgesonderten Säften handle. Damit war angegeben, was der Versuch zu eliminiren hatte. In dieser Richtung bewegten sich die beiden Versuche von Volta, der von Monro[3]) und später zwei von Rosenthal[4]), nur dass es sich nun um das Schmecken von Electrolyten handelte. Auf die Ausscheidung von Electrolyten zwischen feuchten Leitern und deren Bedeutung für die Versuche von Monro und Volta macht Du Bois-Reymond selbst aufmerksam[5]); allein es heisst zu weit gegangen, wenn Hermann[6]) meint, dass bereits bei so schwachen Strömen, wie sie zur Erzeugung des electrischen Geschmackes hinreichen, eine Ausscheidung von Electrolyten zwischen Nerveninhalt und -Hülle stattfinden könne. Einen in ähnlicher Weise gefassten Einwurf hat Gruenhagen[7]) durch Versuche zu stützen gesucht; die Rosenthal'schen Versuche erscheinen jedoch nichts desto weniger als absolut beweisend. v. Vintschgau führt zur Stütze der Ansicht von der directen Erregung den alten Ritter'schen und von ihm zum Theil bestätigten Versuch von der Umkehrung des Geschmackes nach Oeffnung des Stromes an, und Du Bois-Reymond spricht sich ganz entschieden dafür aus, dass die electrische Geschmackserregung als unmittelbare Wirkung auf den Nerven aufgefasst werden muss[8]).

Allein indem diese Erfahrung die Grundlagen der Lehre zu befestigen scheint, legt sie derselben ein neues Räthsel vor. Der Strom müsste alle Fasergattungen gleichmässig reizen und folglich eine Mischempfindung verursachen oder zum mindesten eine, in welcher sich alle vier Grundqualitäten zu erkennen geben; allein weder ist letzteres der Fall, noch kann man sauer und alkalisch als erstere betrachten. Endlich ist es aber überhaupt räthselhaft, dass die Richtung des Stromes einen Einfluss auf die Qualität haben soll. Allerdings haben wir beim Auge eine ähnliche Erfahrung. Geht ein schwacher aufsteigender Strom durch den Sehnerven, so wird das dunkle Gesichtsfeld (bei geschlossenen Augen) heller und

---

[1]) Näheres bei v. Vintschgau, Beiträge zur Physiologie des Geschmackssinnes. I. Theil. Pflüger's Archiv. Bd. XIX. p. 252.

[2]) F. A. v. Humboldt, Versuche über die gereizte Muskel- und Nerfenfaser etc.

[3]) du Bois-Reymond, Untersuchungen über thier. Electricität. p. 287.

[4]) J. Rosenthal, l. c. — Ueber den electrischen Geschmack. du Bois-Reymond's Archiv. 1860. p. 217.

[5]) Untersuchungen. I. Bd. p. 379.

[6]) Hermann, Grundriss der Physiologie. 6. Aufl. Berlin 1877. p. 421.

[7]) Funke-Gruenhagen, Lehrbuch der Physiologie. 6. Aufl. II. Bd. p. 78f.

[8]) Untersuchungen etc. p. 287.

isslich-violett; die Papille erscheint als eine dunkle Scheibe. Bei ab-eigendem Strome dagegen wird das Licht-Chaos dunkler und röthlich-elb, während die Papille sich als blaue Scheibe abhebt. Allein diese rscheinungen werden bekanntlich mit Anwendung der Pflüger'schen esetze auf den N. opticus erklärt und mit der Voraussetzung, dass das erebralende des Nerven der Sitz der zweifellos bestehenden fortdauernden rregung des Sehnerven sei. Dieser Zustand wird durch den aufsteigenden Strom vermehrt, durch den absteigenden vermindert. Die Wahrnehmung ler Papille wird auf eine Contrast-Erscheinung der unmittelbar herum-iegenden Netzhauttheile bezogen, welche in Folge des Leitungswider-standes, den die dahinter liegende Sehnervenscheide abgibt, weniger vom Strom getroffen werden [1]. Beim Geschmack haben wir keine Möglichkeit, die electrischen Erscheinungen in analoger Weise zu erklären; weder ist uns ein „Eigengeschmack" bekannt, noch ist es wahrscheinlich, dass ein solcher in seiner Steigerung die saure, in seiner Verminderung die laugenhafte Qualität annehmen würde. Würde man selbst der Analogie halber ein solches Verhältniss für möglich befinden, so würde dadurch unsere Anschauung von der Vertheilung der Grund-Qualitäten von verschiedenen Fasern offenbar nicht gestärkt werden; wir wüssten nicht, wie gerade das Saure so in den Vordergrund treten könnte. Es bleibt ausser diesem, da die Dinge am Sehnerven sich ohne Zweifel so verhalten, wie sie Helmholtz erklärt, nur noch der Weg, die Analogie der Erscheinungen fallen zu lassen, was wohl der angedeuteten Schwierigkeiten wegen am gerathensten erscheint. Die electrische Geschmacksreizung ist also ein Phänomen, welches uns zwar zeigt, dass die Geschmacksnerven, electrisch erregt, in ihrer specifischen Energie empfinden, mit unseren Vorstellungen über die specifischen Qualitäten der einzelnen Fasern jedoch vorläufig nicht vereinbar ist.

Man könnte versucht sein, das Phänomen, namentlich den metallischen Geschmack an der Kathode auf eine Trübung durch Miterregung der Gefühlsnerven zurückzuführen, allein v. Vintschgau, der keinen Geschmack an der Zungenspitze hat, macht auch dort die electrische Reizung vergeblich und in einem von Moos [2] berichteten Falle von halbseitiger Geschmackslähmung durch Verletzung der Chorda timpani bestand, während die Sensibilität nicht abgestumpft war, kein electrischer Geschmack.

Zu bemerken ist übrigens, dass in den Versuchen von v. Vintschgau auch an der Anode häufig metallischer und an der Kathode zuweilen säuerlicher Geschmack erschien.

Weniger glücklich für das Fundament unseres Gesetzes, die Müller'sche Theorie, sind die Beobachtungen über die mechanische Reizung gewesen; offenbar aus dem entgegengesetzten Grunde wie bei Ohr und Nase. Dort kann der mechanische Reiz kaum applicirt werden, hier übertrifft er fast den adäquaten an Häufigkeit. Es wäre in der That ein unzweckmässiges Verhalten, wenn die Geschmacksnerven in keiner Weise vor mechanischen Attacken geschützt wären. Ist dies nicht der Fall, so kennten wir überhaupt keine reine Tastempfindung hier und hätten kein Mittel, eine scharfe Grenze zwischen ihr und der Geschmackssphäre zu ziehen. So scheint es aber auch zu sein und dieses Verhältniss verursacht die Verschiedenheit

---

[1] Helmholtz, Phys. Optik. p. 204, 582, 840.

[2] Moos, Ein Fall von Geschmackslähmung nach Exstirpation eines von der Steigbügelregion entspringenden Polypen. Zeitschr. f. Ohrenheilkunde. VIII. p. 222.

der sich findendenden Angaben. Ein reines Stück Stahl an die Z
gedrückt, giebt nicht bloss einen Druck, die Empfindung ist in die
schmackssphäre hinein gefärbt; ein chemisches Schmecken kann aber w
der Unlöslichkeit hier nicht vorhanden sein. So behauptete Henle,
ein feiner Luftstrom sich salzig schmecken lasse, was sowohl Valenti
wie Stich[2]) als directe Geschmackserregung nicht gelten lassen. V
lentin selbst hat widersprechende Angaben über Geschmacksempfind
beim Zusammendrücken der Zungenwurzel gemacht, aber sowohl R. Wa
ner wie v. Vintschgau haben dabei ein bitteres Gefühl. Schwache Be
rührung wird bald bitterlich (Valentin[3])), bald sauer und salzig ge
(Baly)[4]). Lewes behauptet, qu'un organisme avec de l'eau froide l
temps continué produisait une saveur douce. Eintauchen der Zungenspit
in kaltes Wasser giebt eine metallisch-bitterliche Färbung. Bei Berührung
der Gegend der Pup. circumvallatus tritt beim Verf. bitter und salzig häufig,
jedoch stets nur als Nachempfindung auf. Joh. Müller begnügte sich
mit der Thatsache, dass Ekelgefühl auch durch Berührung entstehe; dies
aber rechnete er der Geschmackssphäre zu. Man hat über das Ekelgefühl jede denkbare Auffassung vertheidigt und der letzte Erörterer der
Frage, Stich, hat es für ein Muskelgefühl erklärt, das bei der würgenden
Contraction der Schlundmuskeln entstehe[5]). Es ist nun zu bemerken,
dass man beim fortschreitenden Berühren des harten Gaumens an Zonen
kommt, wo diese Berührung eine eigenthümliche Färbung annimmt, die
noch etwas weiterhin in Ekel übergeht. Dies erweckt die Vorstellung,
dass es sich hier um eine, in das Gebiet der Localzeichen gehörende Färbung der Tastempfindungen handle. Die Localzeichen pflegen auch sonst
durchgehende regionäre Charaktere zu besitzen, wie schon aus den Fällen
von operirten Blindgeborenen hervorging, und hier erscheint diese regionäre
Färbung als besonderes Gemeingefühl, weil sie zu unangenehm wirkt, um
eine Objectivirung zu gestatten[6]), und aus diesem Grunde erklärt es sich
auch, dass bei der reflectischen Entstehung des Ekels man nicht das Gefühl eines berührenden Gegenstandes hat. Dieses locale Ekelgefühl geht
nun meist mit Würgebewegungen einher, welche ebenfalls gefühlt werden
und dadurch das Bild trüben. Was aber Bidder veranlasst, den Ekel
den Gefühlsnerven abzustreiten[7]), dass nämlich die Durchschneidung des
N. glossopharyngeus, welche den Ekel aufhebe, keinen Schmerz gebe, ist
nicht stichhaltig. Denn nach Schiff[8]) vermittelt dieser Nerv auch Gefühl
und ferner kann auch vom Trigeminus aus Ekel erregt werden. Es sei
hier erwähnt, dass eine Beobachtung von Henle[9]) vorliegt, in welcher eine
Geschmacksempfindung wahrscheinlich auf dem Wege der Mitempfindung
entstand; bei einem Stoss auf die Supraorbitalgegend hatte er einen salzigen Geschmack. Die directe Fortleitung des Stosses auf einen Nervenstamm könnte jedoch hier auch gedacht werden.

Wenn die Erregung eines gewissen Centraltheiles nothwendig Ge-

---

[1]) Valentin, l. c. p. 305.
[2]) A. Stich, Charité-Annalen. 8. Jahrg. 2. Heft. Ueber das Ekelgefühl.
[3]) l. c. p. 305.
[4]) Cit. bei Lewes, L'Energie specifique.
[5]) A. Stich, l. c. (Ueber das Ekelgefühl. Charité-Annalen. 8. Jahrg. 2. Heft. p. 22.) — Ebenso Schiff, Muskel- und Nervenphysiologie. p. 404.
[6]) Lotze, Medicin. Psychologie. p. 282.
[7]) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. p. 1. „Schmecken."
[8]) Schiff, l. c. p. 399.
[9]) Henle, l. c. p. 109.

schmacksempfindung geben muss, so sind Beobachtungen über subjective Geschmäcke zu erwarten. Solche kommen als Hallucinationen bei Geisteskranken und Hysterischen häufig vor. Die Versuche von Dupuytren, R. Wagner u. A., subjective Geschmäcke zu erzeugen, sind sämmtlich zweideutiger Natur nnd ebenso die Geschmackshallucinationen nach Santonin (Rose). Was die Geschmacksträume anbetrifft, so findet sich auch hierfür ein Beispiel bei Rosenthal. Der Königsberger Prof. Winther träumte, er leide an Diabetes mell. und sahmeckte seinen Urin im Traume deutlich süss. Im Uebrigen beruft sich Verf. wieder auf das Zeugniss du Bois-Reymond's, der solche Träume unzweifelhaft bei sich beobachtet hat.

Die Chorda in ihrer Continuität zu reizen, hatte v. Tröltsch bei einem Kranken Gelegenheit[1]). Dieser gab ein „eigenthümliches Stechen" in der Zunge, leider aber keine Geschmacksempfindung an. Jedenfalls kann man, da die Chorda wohl auch Tastnerven führt, hieraus keine Waffe gegen unsere Lehre machen. Im Uebrigen hat gerade der Geschmackssinn in neuerer Zeit warme Vertheidiger der Lehre von den specifischen Energieen gewonnen, vor Allen in v. Vintschgau und Urbantschitsch.

Haut.

Wenn unsere Lehre, die bei Auge und Ohr so festen Boden hat, bei Geruch und Geschmackviele Schwierigkeiten fand, so stösst sie bei der Haut auf ein völlig verworrenes Gebiet. Der Grund davon ist einmal der, dass die verschiedenen Sinnessphären, welche in der äusseren Haut localisirt sind, nicht in anatomisch greifbarer Weise von einander geschieden und dadurch in ihrer Individualität gekennzeichnet sind, wie die vorher behandelten Sinnesorgane.

Weiterhin ist die Natur des Hautsinnessystems zum grössten Theil derartig, dass der qualitative Inhalt der sinnlichen Empfindung zurücktritt gegen die Gefühlswahrnehmung. Während es sich so bei Tastsinn und Drucksinn verhält, tritt bei Temperatur- und Schmerzsinn, Kitzelgefühl etc. der psychische Eindruck in den Vordergrund, der qualitative Inhalt dagegen zeigt eine eigenthümliche Unbestimmtheit und Blässe, er ist im Vergleich zu anderen Sinnesempfindungen wenig scharf charakterisirt, so dass man sich häufig verzweifelt nach Worten umsieht, wenn es sich darum handelt, hier verständlich zu schildern.

Dieser Umstand, verbunden mit der anatomischen Diffusion, führt leicht dazu, die Qualitäten auf einen einzigen, überall in der Haut verbreiteten Nervenapparat zu häufen, daher die Bezeichnung: einfach sensible Nerven. Das Gesetz von den specifischen Energieen aber erheischt gerade eine scharfe anatomische Geschiedenheit und hat es gerade mit dem sinnlichen Empfinden selbst zu thun.

Die ältere Theorie hatte das Hautsinnessystem als ein Ganzes aufgefasst und so leicht in ihre Beweisführung eingefügt. Die Erschütterungen des Schalles machen hier ein vibrirendes Gefühl, die Oscillationen des Lichtäthers werden hier als Wärme aufgefasst, die Electricität verursacht Schmerz. Allein gerade in dem Gesetz der specifischen Energieen suchen

[1]) v. Tröltsch, l. c. p. 443. (Lehrbuch der Ohrenheilkunde. 4. Aufl. p. 44

die verschiedenen Sinne, welche hier aus Gründen der Uebersichtlichkeit auseinandergehalten zu werden pflegen, die Klärung ihres gegenseitigen Verhältnisses, ihrer Zusammengehörigkeit oder vollständigen Trennung. Diese beiden Richtungen, welche sich in den auf das Hautnervensystem bezüglichen Arbeiten gleichweise verfolgt finden, ergeben für unser Princip eine ganz verschiedene Fragestellung. Für die Zusammengehörigkeit müsste die Einfachheit der verschiedenen Qualitäten zum Theil aufgehoben und gezeigt werden, wie aus der einen durch Mischung und quantitative Veränderung die andern sich herstellen lassen; für die Trennung müssten die Qualitätenkreise als anatomische und physiologische Sonderindividuen nachgewiesen werden. Jedoch die letztere Richtung war für unsere Lehre die natürlichere, denn was bei anderen Sinnesorganen die verschiedenen Qualitäten vereinigte, die Gleichheit des Reizvorganges fehlt hier zum Theil.

Und so tritt ihr E. H. Webers bekannte Beobachtung, dass ein kalter Gegenstand schwerer erscheine als ein warmer von gleichem Gewicht hemmend entgegen und noch mehr seine Auslegung, welche Temperatur nnd Druck auf die gleichen bläschenförmigen Endorgane wirken lässt und so naturgemäss die Zusammenziehung durch Kälte als eine mit dem Druck gleichgerichtete Bewegung ansieht. Abgesehen von der Goltz'schen Vermuthung, dass der kalte Thaler durch Zusammenziehen der Haut mehr Nervenenden nnter seine Fläche bringe, wurde die entgegenstehende Erklärung, dass es sich um eine Täuschung des Urtheils handle, befestigt durch die Untersuchungen von Szabadföldi, welche dieselbe Inteferenzerscheinung bei relativ hohen Temperaturen lehrten; zum mindesten wurde Weber's Auslegung erschüttert, während Funke sogar Veranlassung nimmt, eine Geschiedenheit der Sinne daraus herzuleiten, indem die betreffenden Temperaturgrade erhöhend auf die Perceptionsfähigkeit des Drucksinnesapparates wirken sollten[1]. Dass in der That nur eine Summirung der Eindrücke vorliege, sucht Nothnagel[2] durch einen Versuch zu beweisen[2]. Wenn zwei runde Metallscheiben, von gleichem Durchmesser, aber verschiedenem Gewicht, auf dieselbe Temperatur erwärmt oder erkältet werden, so erscheint die schwerere wärmer resp. kälter. Es ist wohl aber ersichtlich, dass es sich hier um ein Phänomen der Leitung handelt, welche durch die vollständigere Bewährung des schwereren Körpers begünstigt wird. Den Gegensatz zwischen der Weber'schen Anschauung und unserer Lehre schienen die Beobachtungen von Fick und Wunderli[3] versöhnen zu wollen. Aus der Thatsache, dass schwache Temperaturreize verwechselt werden können mit schwachen Druckreizen, folgern sie, dass jede Druck- und Temperaturempfindung aus einer verschieden grossen Summe gleichartiger discreter Einzelempfindungen bestehe, deren verschiedene Stärke zugleich mit verschiedener durch den Raumsinn bemerkten Anordnung die Qualität der Gesammtempfindung bedinge. Wenn an jedem Punkte der Haut Temperatur empfunden werden kann, so müssen an jedem sich auch Temperaturnerven finden; dennoch lässt sich durch einen punktförmigen Wärmereiz nur schwer Temperaturempfindung erzielen, und es entsteht so der Anschein einer gewissen Indifferenz der Einzelempfindung. Dies Verhältniss bildet die eigentliche Grundlage der Wunderli'schen

---

[1] O. Funke, Der Tastsinn und die Gemeingefühle in Hermann's Handbuch der Physiologie. p. 321.

[2] Nothnagel, Zur Physiol. und Pathol. des Temperatursinnes. Deutsches Archiv f. klin. Medicin. II. Bd. 1867. p. 299.

[3] Moleschott's Untersuchungen. 1860. VII. Bd. p. 293.

Ansicht. Eine weitere hier einschlagende Erscheinung ist, dass bei Reizung mit einer erwärmten Nadelspitze stets ein breiteres Wärmegefühl erscheint als die Ausdehnung des Reizes beträgt, es scheint darnach, das es nicht möglich ist, die Erregung eines Temperaturnerven für sich zu empfinden, sondern dass immer erst eine gewisse Summe vom Reiz getroffen sein muss. In diesem Kreise wirken die Einzelreize offenbar lediglich, indem sie sich zu einander addiren, Modificationen werden innerhalb desselben durch den Reiz nicht geschaffen; und dieser Gleichmässigkeit wegen muss auch die ideelle Einzelempfindung den Character einer Temperaturempfindung haben, ohne dass sie jedoch damit den Schwellenwerth erreicht. Sollte aber selbst in diesem kleinen Kreis die Distribution Ursache der Qualität sein, so ist nicht einzusehen, wie bei Contact mit einer gleichmässig erwärmten Fläche, wo die Unterschiede der Distribution in den einzelnen Kreisen aufgehoben werden, noch Wärmegefühl entstehen kann. Die Wunderli'sche Hypothese hat besonders durch Funke[1]) ihre Kritik erfahren.

Es giebt also bis jetzt keine Thatsachen, welche einer Scheidung des Temperatur- und Gefühlssinnes, wie sie die Lehre von den specifischen Energien bedarf, entgegenständen. Man führt, z. B. Adamkiewicz, für das Bestehen einer solchen die Versuche von Alsberg an[2]). Dieselben zeigen allerdings das Factum, dass ein anämischer Zustand der Haut den Raumsinn verringert und den Temperatursinn verfeinert. Allein die Interpretation, welche er selbst davon giebt[3]), dass nämlich bei zu geringer Füllung der Gefässpapillen die Oscillationen der Tastkörperchen (hierin lehnt er sich an Meissner an) beschränkt werden, die Veminderung der Wärme aber bei dem langsameren Durchfluss des Blutes langsamer ausgeglichen, die Nervenenden mithin stärker abgekühlt werden, zeigt, dass eine Trennung der Temperatur- und Tastnerven dadurch nicht nothwendig gefolgert zu werden braucht. Und der Theil seiner Auslegung, welcher die Temperaturnerven betrifft, erscheint recht plausibel, es genügt aber, nur für die eine Hälfte der Erscheinungen eine mechanische Erklärung zu geben, um die Forderung eines doppelten Fasersystems unberechtigt erscheinen zu lassen. Anders steht es mit Folgendem: Adamkiewicz hat in neuerer Zeit gefunden, dass, während Tast- und Schmerzempfindlichkeit „bilaterale Functionen“ sind, d. h. durch Sinapismen an der Stelle der Reizung erhöht, an der entsprechenden der anderen Seite herabgesetzt werden, ein solcher sinapiscopischer Transfert beim Temperatursinn nicht möglich ist. Die bilaterale Function ist ihm aber der Ausdruck eines bilateral angelegten Nervenapparates, und deshalb können „die Temperaturnerven mit denen des Schmerzes und des Tastsinnes nicht identificirt werden“.

Tast- und Drucksinn.

Bei der Trennung der verschiedenen Sinne muss die Lehre wieder, und zwar an jedem Punkt der Haut, eine Gruppe von specifisch verschiedenen Fasern annehmen; hier macht schon die Zahl derselben Schwierig-

---

[1]) Funke, l. c. p. 322 ff. — cf. auch Nothnagel, l. c. p. 298.

[2]) Alb. Adamkiewicz, Ueber den Einfluss des Senfteiges auf Anästhesie und normale Empfindung. Berl. klin. Wochenschr. XVIII. Jahrg. No. 12 und 13.

[3]) Alsberg, Untersuchungen über den Raum- und Temperatursinn bei verschiedenen Graden der Blutzufuhr. Diss. Marburg 1863.

keiten. Als elementare Hautempfindungen werden für gewöhnlich, von den Gemeingefühlen abgesehen, Druck-, Temperatur- und Ortssinn bezeichnet. Meissner's[1]) „einfache Tastempfindung“ und Vierort's[2]) „Bewegungsgefühl“ können in den Bereich der Betrachtung nicht gezogen werden, nicht deshalb, weil der Nativismus ein überwundener Standpunkt sei (physiol. Optik p. 441), sondern weil sie dem Geiste unserer Lehre zu fern stehen, um ohne Noth sie an ihnen zu prüfen.

Wie der Ortssinn nach empiristischen Anschauungen von localen Färbungen des Tastgefühls, den Localzeichen, abhänge, diese aber selbst besondere Energien der Tastnerven darstelle, ist gezeigt worden. Dieselben in der Empfindung wahrzunehmen, gelingt hier besser als beim Auge, besonders wenn man die örtliche Vorstellung möglichst unterdrückt. Berührt man die eigene Hand mit einer Sonde, so hat man vor jedem Contact durch den Anblick der Stelle schon eine Vorstellung der folgenden Qualität, und man kann dadurch ersehen, bis zu welchen Grenzen die einzelnen Färbungen dem Gedächtniss eingeprägt sind; zuweilen nämlich irrt man sich auch, die erwartete Qualität trifft nicht ein.

Wenn überall Fasern mit besonders characterisirten Empfindungen existiren, so muss die Berührung einer Hautfläche den Eindruck einer grossen Zahl punktförmiger Wahrnehmungen geben. Allein die Sonderung der Fasern hat eine gewisse Grenze, welche seit E. H. Weber's Messungen genauer bekannt ist. Eine gewisse Anzahl von Einzelerregungen giebt noch eine einzige nicht gesonderte Empfindung. Innerhalb dieser jedoch wirken die Localzeichen der Einzelerregungen und, nicht mächtig genug zur völligen Zersplitterung, ziehen dieselbe breit. So werden die Distaneen der Endorgane überbrückt, indem jedes gewissermassen einen Zerstreuungskreis wirft, und man hat das flächenhafte Berührungsgefühl. Dies verhält sich nicht anders als bei der Retina. „Ein Object, dessen kleinste Theilchen unter einem kleineren Gesichtswinkel als 30″ erschienen, und welche ebensoweit von einander entfernt wären, müsste als völlig homogen erscheinen[3])“. Gleichwohl sieht man nach Anstrengungen des Auges im dunkeln Gesichtsfelde zwar auch Flecken etc., aber vorwiegend unzählige Punkte von schwacher Lichtintensität hier und da auftauchen, aus demselben Grunde wie bei der Formication[4]), weil dieselben nicht in gleichzeitiger Nebeneinanderordnung entstehen. Der Einzeleindruck muss offenbar durch Verbreiterung an Intensität verlieren, aber durch Summation wird der Totaleindruck verstärkt. Verbindet man eine Gruppe von Nadeln in einigem Abstande fest mit einer einzelnen und berührt mit dieser Vorrichtung leicht den Handteller, so dass von einem Eindringen der Einzelnadel in die Haut nicht die Rede sein kann, so hat man hier eine leicht stechende Empfindung, dort dasselbe Gefühl, als ob man mit dem Ende eines Zündholzes berührt würde. Hier hat die Einzelempfindung an Werth verloren, insofern ihr stechender Character aufgeht, jedoch nur zu Gunsten

---

[1]) E. Meissner, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig 1853. — Zur Lehre vom Tastsinn. Zeitschr. f. rat. Medic. IV. p. 260.

[2]) C. Vierordt, Die Bewegungsempfindungen. Zeitschr. f. Biologie. XII. p. 226. Die räumlichen Anschauungen sind mit entsprechenden räumlichen Empfindungen verknüpft. Mit den Bewegungszuständen des Körpers sind Empfindungen verbunden, welchen die Attribute der reinen Empfindung zukommen etc.

[3]) Aubert, l. c. 215.

[4]) Auch Helmholtz vergleicht die Bilder, welche durch Druckreiz der Retina entstehen, mit der Formication. Phys. Optik p. 198.

einer anderen Empfindungsqualität des Druckgefühles. Dieselbe Gruppe von Nadeln macht auf der Volarfläche des Vorderarms keine Flächen-, sondern eine punktförmige Empfindung, weil die Werthverschiedenheit der Localzeichen auf dem berührten Stück nicht gross genug ist, um die Einzeleindrücke flächenhaft auseinanderzuordnen.

Was Druck und Berührung unterscheidet, ist demnach die Intensität der Einzelerregung und die bei zunehmender Stärke derselben erfolgende relative Abschwächung der localen Färbung. Ist letztere nämlich eine specifische Eigenschaft der centralen Apparate, so ist nicht nothwendig, dass ihre Sättigung mit der Stärke der Erregung stetig zunimmt.

So könnte man Ortssinn wie Drucksinn aus der einfachen specifischen Empfindung der einzelnen Faser herleiten. Diese selbst muss man daher heranziehen, wenn den allgemeinsten Anforderungen unserer Lehre entsprochen werden soll. Sie antwortet auf electrische Reize und sie entsteht bei Reizung des Nervenstamms (N. ulnaris, N. ischiadicus) als excentrische Wahrnehmung. Sie erscheint bei chemischen Reizen (z. B. durch Carbolsäure) und aus innerer Reizursache in der Formication. Zählt man letztere den Gemeingefühlen zu, so ist deshalb ihr qualitativer Inhalt nicht geändert noch auch bewiesen, dass nicht durch gewisse Modificationen ihrer Erscheinung sie zur objectivirten Empfindung werden könne[1]).

Wenn sonach den allgemeinen Nervenreizen gegenüber die specifische Empfindung erscheint, so würde nichts daran geändert werden, auch wenn der adäquate Reiz zu ersteren gehörte. Letzteres hat Wundt als Einwurf hervorgehoben. Allein hier wird der Reiz durch den Grad specifisch; während 0,002 Grm. auf der Stirnhaut schon Tastempfindung geben, agirt der motorische Nerv erst bei Belastung von mehreren Grammen als allgemeinem Nervenreiz und ebenso verhält es sich mit den Temperaturreizen.

Temperatursinn.

Beim Temperatursinn setzt selbst ein präsumirtes Fasersystem unserer Lehre Schwierigkeiten, durch die doppelte Qualität, welche er vermittelt, die der Kälte und Wärme. Wenn auch die entsprechenden Reize nur in einem quantitativen Unterschiedsverhältniss angeordnet sind, so verwandeln wir dies, indem wir die Temperatur der Haut dazwischensetzen, in ein gegensätzliches. Denn die Hering'sche Anschauung[2]), dass das bestimmende für die Temperaturempfindung die Eigentemperatur des thermischen Apparates sei, ist plausibler als die von Vierordt, welcher die Richtung der Wärmeströmung entgegengesetzt sein lässst[3]). Jedoch bei beiden besteht der gegensätztliche Modus in der Reizwirkung, und nicht weniger zeigt ihn die Empfindung selbst. Demgemäss muss die Lehre zwei verschiedene Fasern verlangen; von diesen würden die Kälte-empfindenden nur durch Herabsetzung der Temperatur gereizt, und umgekehrt die Wärme-empfindenden, und es musste das Verhältniss von Empfindungs-

[1]) Cf. E. H. Weber, Der Tastsinn und das Gemeingefühl in R. Wagner's Handwörterbuch. — Lotze, Medic. Psychol. p. 282 f.

[2]) Hering, Der Temperatursinn. cf. Hermann's Handbuch der Physiologie. III. Bd. 2. Thl.

[3]) Cf. auch Weber's Ansicht, dass der Act des Steigens und Fallens der Eigentemperatur die Ursache der Empfindung sei.

zu Reizintensität in der einen Faser ganz ungeändert bleiben, wenn die andere auch beliebig stark erregt worden ist. Hiergegen aber erheben sich die Thatsachen, dass das Unterscheidungsvermögen für Temperaturdifferenzen um so geringer wird, je mehr sich der absolute Werth der Temperaturen von derjenigen der Haut entfernt (Fechner). Man muss daher die Schlussfolgerung Hering's theilen, dass beide Qualitäten durch denselben Nervenapparat vermittelt weeden. Wenn sich nun auch unsere Lehre nirgend in die Nothwendigkeit gesetzt sah, mehr als eine Qualität in jede Faser zu verlegen, so widerspricht ihr dies jedenfalls in ihrem Grundgedanken nicht. Die specifische Energie fällt nicht fort, sie wird nur ausgedehnt; und es ist fraglich, ob sich bei Geruch und Geschmack nicht analoge Forderungen herausstellen würden, wenn unsere Kenntnisse darüber die Klarheit wie hier hätten. Allein mit dieser allgemeinen Feststellung ist über die specielle Art der Auslegung nichts präjudicirt, und es ist nicht unbedingt nöthig, dass zwei entgegengesetzte Erregungsvorgänge (Hering) im Nerven laufen. Denkt man sich nach der Lotze'schen Anschauung die inneren Sinnesreize als Oscillationen[1]), so muss man dies für die Temperaturreize dahin ausführen, dass die peripherischen Endorgane derselben besonders fähig sind, durch Temperaturreize in ihrer Dichtigkeit geändert zu werden. Lediglich durch den Gegensatz der unveränderten Umgebung können schon Oscillationen verursacht werden, welche in Intensität und Zahl bei Kälte- und Wärmereizen sehr leicht eine durchgängige Verschiedenheit zeigen könnten, für welche die Seele die Zeichen „Kalt“ und „Warm“ eingeführt hat. Wenn also der Faser die Erregung zweier Sinnesqualitäten auch zugestanden werden muss, so braucht es dazu noch nicht entgegengesetzter Nervenprocesse. Ob nicht vielmehr die Qualitäten nur Zeichen für Erregungsvorgänge sind, die in ihrem Wesen gleich, nur bestimmte Merkmale tragen, welche eine Unterscheidung ermöglichen, wäre eine Frage, deren Offenhaltung gerade im Interesse unserer Lehre betont werden muss[2]).

Wenn die Lehre von den specifischen Energieen demnach mit der Annahme getrennter Fasersysteme die Erscheinungen des Hautsinnessystems herleiten kann, so ist eine andere Frage, was für Forderungen aus dieser Annahme entstehen.

Zunächst nämlich müssen die Fasern mit ihren Endorganen anatomisch nachzuweisen sein. Verlangt man für letztere besondere Unterschiede, so müssen sich die Arten an jedem sensiblen Punkt finden. Hier sind die Resultate der Histologie verlockend und doch nicht zureichend. Man hat als Haupttypen die celluläre und die freie Endigung aufgestellt[3]). Die erste wird durch die Grandry'sceen Körperchen (Tastscheibe) repräsentirt, die letztere durch die Vater-Pacini'schen Körperchen. Ihre Beziehung zu den Gefühlen hat man verschieden aufgefasst. Merkel hält die cellulären für die Endigungen der Tastnerven, die freien für die der Temperaturnerven, während Waldeyer mit Grünhagen letztere den

---

[1]) Lotze, l. c. p. 175 und 199. So auch Meissner.

[2]) Von nicht geringem Werth für diese Anschauung wäre es, wenn sich in den Attributen dieser beiden Empfindungsqualitäten, etwa in ihrer Unterschiedsempfindlichkeit, Ortsempfindlichkeit, Schwellenwerth, Nachdauer etc. bestimmte unterscheidende Merkmale finden liessen. Verf. glaubt dies, obwohl allerdings nach Vierordt die Nachdauer bei beiden sich gleich verhält.

[3]) Waldeyer, Ueber die Endigungsweise der sensiblen Nerven. Nach Unter-

[G]emeingefühlen, erstere sowohl dem Druck, wie dem Temperatursinn zu[re]chnet. Dabei ist zu erinnern, dass schon Weber wie Lotze[1]) die Tast[k]örperchen als besonders geeignet für den Temperatursinn hielten. Denn [a]nders als durch Dichtigkeitsveränderungen kann man sich die Reizüber[tr]agung hier kaum denken. Allein bei all diesem Reichthum fehlt bis [j]etzt der Nachweis der postulirten gruppenförmigen Anordnung[2]).

Das andere Postulat, dass jedes dieser Fasersysteme auf allgemeine [N]ervenreize in seiner besonderen Sphäre reagire, setzt uns in denselben Conflict, welcher beim Geschmacks-Organ bestand. Sind die Temperaturfasern neben denjenigen des Druckes geordnet, so wird es unzweckmässig sein, wenn durch diesen, wenigstens bei einer gewissen Stärke, stets auch sie gereizt werden. Wir würden zur reinen Perception eines Druckes auf die Weise überhaupt nicht kommen. Allein für die mechanische Erregung des Nervenstammes fällt dies Moment fort, und hier tritt ebensowenig (excentrisch) Temperaturempfindung auf als dort. Die Angabe von Weber[3]), dass bisweilen ein Gefühl der Wärme in der eingeschlafenen Hand entstehe, ist zweideutig, und auch das durch centrale Irridation entstehende excentrische Kälte-Gefühl beim Schauder unterliegt von anderen Seiten der Auslegung als ein vasomotorischer Vorgang[4]). Bei Rückenmarkskranken kommen Temperatur-Parästhesieen vor: Gefühl von Brennen oder von *Kälte*, das sehr lebhafte Grade erreichen kann. Auch hierfür genügen vasomotorische Vorgänge eben so wenig zur Erklärung wie beim Schaudergefühl. Brown-Séquard[5]) schiebt diese Empfindungen zum Theil geradezu auf directe Erregyng der die Temperaturempfindungen leitenden Fasern in der grauen Substanz.

Dagegen ist der electrische Reiz glücklicher. Ritter beobachtete (an Volta'scher Säule) während der Schliessung beim aufsteigenden Strom Wärme, beim absteigenden Kälte und nach der Oeffnung Umkehrung dieses Verhältnisses. Du Bois-Reymond[6]) stellt die Angabe durchaus nicht in Zweifel, besonders da er selbst bei einer Zinkkupfersäule von 150 Paaren während der ganzen Dauer des Stromes „Fluthen von Wärme und Schauer von Kälte"[7]) in den Armen fühlt. v. Vintschgau[8]) bemerkte bei Galvanisirung der Zunge unter Umständen Gefühle des Warmen und Kühlen. Natanson[9]) führt Beobachtungen von Rosenthal an, welcher Wärmegefühl nach Galvanisirung bemerkt habe. Jedenfalls kann man bei Schliessung des Stromes, schon von 12 Elementen an, Wärmegefühl und zwar im Arm der Anode, constatiren. Kälte konnte ich nicht wahrnehmen.

Was die Trennung der Fasern ferner zur Folge haben muss, ist die Unabhängigkeit der beiderseitigen pathologischen Schicksale. Diese existirt

---

[1]) Lotze, l. c. p. 411.

[2]) Cf. Krause, l. c. p. 177.

[3]) Einfluss der Erwärmung und Erkältung der Nerven auf ihr Leitungsvermögen. Arch. f. phys. Anat. 47.

[4]) Helmholtz, Phys. Optik. p. 326.

[5]) Erb, Krankheiten des Rückenmarks. p. 73.

[6]) Untersuchungen etc p. 356.

[7]) l. c. p. 357.

[8]) v. Vintschgau, Beiträge zur Physiol. des Geschmackssinnes. II. Pflüger's Archiv XX., p. 110.

[9]) Natanson, Analyse der Functionen des Nervensystems. Archiv für physiol. Heilkunde. III.

in der That und bildet einen Theil der durch Puchelt[1]) bekannt wordenen „partiellen Empfindungslähmungen“. Der vierte seiner pu cirten Fälle behandelt eine Lähmung des Temperatursinnes in der H bei erhaltenem Tastvermögen und Gemeingefühl. Weitere Fälle exacteren Prüfungen wurden von Berger, Mosler, Landois bek gemacht. O. Berger[2]) zieht aus seinem zweiten Fall (Tempera lähmung bei einer wahrscheinlichen Heerderkrankung des Gehirns) Schluss, dass „besondere räumlich getrennte cerebrale Centralstätten das Zustandekommen der Temperaturempfindungen, besondere für Perception der tactilen Empfindungen vorhanden sind“, und bei sei dritten Fall (Refrigeration des N. peroneus) dehnt er diese Folgerung specifische Fasern im peripherischen Nerven aus. Mosler und Landois beobachteten Temperatursinneslähmung nach Apoplexie sanguinen *und be* Tabes dorsales, Hyperästhesie desselben bei Tabes dorsales und *wieder* Integrität desselben bei Lähmungen des Druck- und Ortssinnes. Ebenso Eigenbrodt, Landry, Nothnagel. Wenn unsere Lehre auch nicht begründen kann, wie dergleichen bei Läsionen peripherischer gemischter Nerven vorkommen kann (Nothnagel weist auf analoge Fälle von traumatischen Paralysen gemischter Nervenstämme hin, in denen nur die motorischen Fasern betroffen sind), so wirft eben dieses Vorkommen ein Licht auf die Erregung der Nervenstämme in der Continuität und was in Nothnagel's Fall die Temperatur-Nerven geschützt hat, schützt sie vielleicht auch, wenn es sich darum handelt, eine excentrische Temperaturempfindung zu erzeugen[4]).

Der Gegenstand spielt in die Analgesie, und damit in die Frage hinüber, wie nach unserer Lehre sich die Verhältnisse des Schmerzsinnes gestalten müssen.

Die gesammten durch die Haut vermittelten Schmerz-Arten muss man auf den Stich, als Reizung wenigstens annähernd einer einzelnen Faser, zurückführen. Wird eine Fläche schmerzhaft afficirt, so confluiren wie beim Tastgefühl die einzelnen Stiche und der Schmerz hat einen stumpferen Charakter. Rechnet man nun jede stechende Empfindung der Schmerz-Qualität zu, so verliert man den Anhalt zu einer Definition des Schmerzes überhaupt; zählt man sie jener erst bei, sobald sie unangenehm wird, so bringt man in die Reihe der Tast- und die der Schmerz-Qualitäten Uebergänge und nähert sich zugleich Lotze[5]), welcher die Qualität selbst vom Schmerz ablöst und ersteren als einfach functionellen, letzteren als störenden Process betrachtet. Die Nachempfindung des Schmerzes bildet meist eine Druck- oder Tastempfindung, allein sind die nervösen Apparate ge-

---

[1]) Medicin. Annalen. Heidelberg 1844. Bd. X. p. 485. In dem 2 Jahre später erschienenen Handwörterbuch der Physiologie von R. Wagner findet sich in dem Artikel: „Der Tastsinn und das Gemeingefühl“ von E. H. Weber der Bericht eines Falles von Hemiplegie, in dem Andeutungen von partieller Empfindungslähmung gemacht werden, ohne dass Weber die Puchelt'sche Arbeit bekannt gewesen zu sein scheint. Es ist interessant, die Weber'sche Interpretation dieser Phänomene mit der jetzigen neuropathologischen zu vergleichen. (III. Bd. 2. Abth. p. 520.)

[2]) Berger, Zur neuropathologischen Casuistik. Wien. med. Wochenschr. 1872.

[3]) Landois und Mosler, Neuropathologische Studien. Berliner klin. Wochenschrift. 1868.

[4]) Nach neuen Experimenten von Luederitz (Zeitschrift für klinische Medicin. II. Bd. I. Heft) tritt bei allmäliger Druckwirkung auf gemischte Nerven die Leitungshemmung für die motorische Leitung früher ein als für die sensible.

[5]) Medicinische Psychologie. p. 247.

nnt, so werden beide getroffen und die Tastnerven, ungewöhnlich stark
egt, könnten die andern in dem Erregungszustande überdauern. Dennoch
rde man, besonders mit Rücksicht auf die Art des Reizes, keinen
nstand nehmen, Schmerz als einen stärkeren Erregungsgrad der Druck-
ser[1]) hinzustellen; wenn nicht hier Erfahrungen vorlägen, welche wir
i gewissen anderen Sinnen leider vermissten. Die Analgesie ist die
ufigste der partiellen Empfindungslähmungen und ausser bei den er-
ähnten Gehirn- und Rückenmarks-Affectionen bei der Blei-Cachexie
Beau), im secundären Stadium der Syphilis bei Frauen (Fournier),
n Typhus (Fritz)[2]) beobachtet; sie ist aber auch dem physiologischen
xperiment zugänglich geworden, da man sie durch Chloroform- und
Aether-Narcose und Durchschneidung der grauen Substanz bei Thieren[3])
herbeiführen kann.

Die Lehre von den specifischen Energieen findet somit in den Erscheinungen des Schmerzsinnes ein vollendetes Paradigma, denn auch alle allgemeinen Nervenreize erregen ihn und nach Weber's Versuch erscheint er als excentrische Empfindung bei thermischer Reizung des Ulnaris-Stammes, und in den frei endenden Hautnerven Merkel's kann man das specifische nervöse Substrat suchen, wie es Grünhagen thut. Dass der Schmerz nicht blos einen besonders starken, sondern einen Eindruck von besonderer Qualität darstellt, unterliegt keinem Zweifel; wenn man über eine künstlich rubeficirte Hautstelle streicht, so tritt die Schmerzfärbung auf, trotzdem die Intensität nicht diejenige eines starken Striches auf normaler Haut erreicht. Dennoch legen es Thatsachen wie die, dass der Schmerz allen, auch inneren Theilen des Körpers gemeinschaftlich ist, dass vielfach nur pathologische Veränderungen die Bedingung abgeben[4]), ihn zu erzeugen, dass sein Reiz von demjenigen des Druck- und Temperatursinnes nur graduell verschieden ist, dass er endlich, bei Temperaturreizen, lediglich durch Summirung der getroffenen Fasern herbeigeführt werden kann, ferner das deutliche Uebergehen einfacher Sinnesqualitäten in denselben bei allmäliger Steigerung des Reizes, sie legen es nahe, ihn nur als eine Modification der Gefühlssinnes-Empfindung aufzufassen. Die Bedeutung unserer Beweispunkte für die Lehre von den specifischen Energieen wird aber durch dieses Beispiel stark erschüttert, wenn man nicht ihr Zutreffen hier aus anderen Gründen herleiten kann. Dabei macht die Wirkung der allgemeinen Nervenreize der angedeuteten Auffassung weniger Schwierigkeiten als gerade die Analgesie. Es ist, wie Funke mit Recht bemerkt, paradox, eine Herabsetzung der centralen Erregbarkeit für starke Reize bei Fortbestehen derselben für schwache anzunehmen. Man kann sich aber, wie es derselbe Forscher that, denken, dass die Tastfaser nach dem Eintritt in's Rückenmark durch mehrfache Verbindungen zwei Wege von verschiedenem Leitungswiderstand einschlägt[5]), von denen der durch die graue Substanz, welcher den grösseren Widerstand darbietet, nur bei

---

[1]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie. II. Bd. p. 498.

[2]) Angeführt bei Leyden, Klinik der Rückenmarkskrankheiten.

[3]) Schiff, l. c. p. 251 ff.

[4]) So sind in der Zahnpulpa Tastnerven gelegen (E. H. Weber); bei blossliegender Pulpa jedoch fühlt man nicht die Berührung, sondern nur Schmerz. — Dass wir in den Bauchgeflechten des Sympathicus sensible Nerven haben, kommt uns für gewöhnlich garnicht zum Bewusstsein. Unter pathologischen Bedingungen verursacht hier der geringste Reiz ungeheure Schmerzen. Sollen hier besondere Schmerznerven verlaufen, die erst bei krankhafter Erhöhung der Sensibilität überhaupt erregungsfähig werden?

[5]) Funke, Der Tastsinn und das Gemeingefühl in Hermann's Handbuch. p. 298.

stärkeren Reizen eingeschlagen wird. Weshalb bei dem Wegfall dieses Weges der Schmerzreiz nun auch nicht den andern betritt, ist freilich nicht ersichtlich. Wundt hat darüber eine Hypothese aufgestellt, welche aus seiner Theorie des Nervenprocesses entspringt [1]). Schwache Reize schlagen nur die Hauptbahn durch die Hinterstränge ein, starke vorzugsweise die Seitenbahnen durch die Zellennetze der grauen Substanz, „indem nur in dieser ein der Intensität des Reizes entsprechender Kräftevorrath disponibel ist". Dies gestattet dann aber auch ein Anwachsen der Erregung bis zu einem höheren Grenzwerth, als wenn die Leitung blos in der Hauptbahn stattfindet. In ähnlicher Weise würde man die langsamere Leitung des Schmerzes herleiten, welche nicht nur bei Tabes dorsalis, sondern auch physiologisch vorzukommen scheint; wenn man nämlich mit einer Messerspitze schnell, am besten die Hohlhand berührt, so tritt momentan nur die Tastempfindung auf, welcher dann erst der stechende Schmerz folgt [2]). Dasselbe kann man bei einem leichten Schlage mit der flachen Messerklinge wahrnehmen. Wenn wir auch dies durch die medullaren Leitungsverhältnisse auszulegen im Stande sind, so ist doch ersichtlich, wie wir durch den Versuch allein unsere eigene Beweisführung schwächen und wie unsere Lehre, trotz der angeführten Bedenken, am folgerichtigsten besondere Schmerzfasern von der Peripherie an annehmen müsste. Kein Punkt ist daher so geeignet wie gerade dieser, ein zweifelhaftes Licht auf die moderne Lehre zu werfen.

Aus dem gewonnenen Standpunkt ergeben sich Folgerungen für den sogenannten Temperaturschmerz. Es würde vielleicht nothwendig erscheinen, in den Temperaturnerven noch einen stärkeren Reizen entsprechenden Vorgang anzunehmen, bei welchem die Qualität sich dem Schmerze nähert. In der Beobachtung von Nothnagel [3]), dass auf einer von Epidermis entblössten Hautstelle, wo der Temperatursinn verfeinert ist, schon bei relativ geringen Temperaturen Schmerz auftritt, würde auch die Erregbarkeit der „Schmerznerven" gesteigert sein, und der Puchelt'sche Fall wo bei „fast nicht vermindertem allgemeinen Empfindungsvermögen", dagegen herabgesetztem Temperatursinn kein Wärmeschmerz wahrgenommen zu sein scheint, ist nicht exact genug geschildert. Vielmehr gibt der Patient in Berger's zweitem Fall auf den des Temperatursinnes baaren Stellen an, dass Eis oder starke Wärmegrade ein schmerzhaftes Ziehen verursachen; und es ist, da Tast- oder Schmerznerven durch starke thermische Reize nothwendig erregt werden müssen, von vornherein wahrscheinlich, dass wir es beim Kälte- und Wärmeschmerz mit einer gemischten Qualität zu thun haben. Vielleicht spricht dafür folgendes: Schnürt man mit einem Gummibande eine Fingerkuppe ab, und erkältet diese, so tritt Kälteschmerz viel später auf, als wenn man durch Einwicklung des Fingers das Blut nach der Spitze desselben treibt und diese abkühlt. Die Ursache kann kaum in etwas anderem gelegen sein, als dass hier durch die

---

[1]) Wundt, Physiol. Psychol. p. 118 ff.

[2]) Dabei kann man es so einrichten, dass schon die erste Empfindung eine schmerzhafte wird, gegenüber der sich die zweite durch ein lancinirendes Wesen auszeichnet. Hier entsteht wieder das am Anfang dieses Abschnittes erwähnte Dilemma, denn wenn man die erste Empfindung in das Gebiet des Schmerzes zählt, so hat man eine Leitung desselben auf zwei Bahnen, was der Annahme besonderer Fasern des Schmerzes in das Gesicht schlägt.

[3]) l. c. p. 292.

spannende Turgescenz die Tast- oder Schmerznerven in eine höhere Erregbarkeit versetzt werden.

Die Gemeingefühle, welchen der Schmerz angehört, nehmen zu unserer Lehre eine besondere Stellung ein. Insofern sie nie als blos zugeleitete objective Reize ausgelegt werden, braucht das Gesetz nicht erst auf sie angewendet zu werden. Die Sonderung der Qualitäten jedoch setzt sie mit den echten Sinnesnerven und deren Empfindungen in eine Reihe. Und in dieser qualitativen Mannigfaltigkeit liegt das Irrthümliche einer Auffassung, welche die Gemeingefühle sämmtlich einem Nervenapparat zuschreibt.

Das Kitzelgefühl hat mit dem Tastsinn die Schwäche des Reizes gemeinsam. Man verspürt bei einfacher Berührung des Handtellers mit einem Stecknadelknopf einen intensiven Kitzel, welcher sich durch die Länge seiner Nachempfindung auszeichnet; in dieser jedoch verschwindet sein eigenthümlicher Character und es stellt sich ein einfaches Berührungsgefühl ein und bei punktförmigen Reizen das, was als Einzelempfindung des Tastgefühls bezeichnet wurde. Diese beiden Aehnlichkeiten, neben anderem, z. B. dem Umstande, dass ein leichtes Reiben einer Hautstelle, ja, der einfache Druck eines Stecknadelknopfes genügt, um für eine gewisse Zeit die Disposition zum Kitzel verschwinden zu machen, legen es nahe, in demselben nur eine besondere Erregung der Tastnerven zu suchen[1]); jedenfalls aber dürfte der Reiz zu schwach sein, um frei ohne Endorgane endende Nerven zu erregen. Die leichte Ermüdung für Kitzel, seine grössere Intensität an Stellen, welche eine Zeit lang vor äusseren Einwirkungen geschützt waren[2]), z. B. nach Tragen eines Fingerlings, vor allem die lange Nachempfindung weisen auf eine besondere Erregungsform hin. Wenn die Lotze-Meissner'sche Ansicht von den Oscillationen auch keineswegs bewiesen ist, so deutet doch die lange Dauer der Nachempfindung, z. B. wenn man den Handteller mit einem Stück Zeug reibt, die wieder bei electrischer Reizung der Hautnerven ganz fehlt, darauf hin, dass hier durch die eine Reizbewegung eine ganze Reihe von fortlaufenden Bewegungen ausgelöst wird. Wenn diese aber gerade durch den schwachen Kitzelreiz am ausgedehntesten erzeugt werden, so müssen stärkere Reize eine Dämpfung bewirken und diese kann nur darin begründet sein, dass sie auf die Umgebung der Nervenenden, in welche diese eingebettet sind, verschiebend einwirken. Das Endorgan, aus der leicht gestörten Gleichgewichtslage gebracht, schwingt am regelmässigsten bei Ruhe der Nachbarschaft. In dieser Bewegung erzeugt sie eine gleichmässigste Erregung des Nerven und damit zugleich das Gefühl der Lust wie reine Töne. Durch ihre eigene Dauer und durch das Bewegtsein der Nachbartheile wird diese Bewegung modificirt und erzeugt das gewöhnliche blasse indifferente Tastgefühl. Damit stimmt ganz überein, dass an einer in oben geschilderter Weise turgescent gemachten Fingerkuppe die Disposition zum Kitzelgefühl, wegen der grösseren Starrheit der Gewebe, erhöht wird.

Schauder ist ein Gemisch von Gefühlen, welche durch centrale Irradiation und excentrische Projection von irgend einem, meist gerade schwachen äusseren oder einem inneren psychischen Reiz her entstehen;

---

[1]) Cf. Schiff, l. c. p. 256: „Es scheint, dass auch der Kitzel nur durch die in den Hintersträngen verlaufenden Tastnerven empfunden wird".

[2]) Nach Aubert, l. c. p. 46, wird die Empfindlichkeit der Netzhaut nach längerem Aufenthalt im Finstern bedeutend grösser.

besonders waltet darin ein Kältegefühl vor, welches sich namentlich am Rücken. aber auch z. B. in Verbindung mit dem Ekelgefühl, die Brust herunter verbreitet. Man kann es als centrale Erregung der Temperaturfasern auffassen; andererseits betrachtet man es auch als durch [1]) „reflectorische Entladungen nach den Gefässmuskeln der Hautgefässe“ veranlasst; jedoch erscheint die Intensität der Kälte dafür zu bedeutend und die Farbenveränderung, welche eine so bedeutende Ciculationshemmung mit sich führen musste, fehlt. Auch tritt, wenn man oft hinter einander künstlich Schaudergefühl erzeugt, keineswegs leicht Ermüdung ein, wie man es bei Gefässcontractionen erwarten sollte. Jedenfalls bietet das Schaudergefühl nach keiner Seite hin eine neue Qualität. Ebensowenig scheint dies bei Hunger und Durst der Fall zu sein. Ersterer ist eine unangenehme Sensation, für deren nervöses Substrat der Vagus gehalten wird; jedoch meint Schiff [2]), dass sie von der Integrität des Vagus unabhängig sei. Sie wird durch hyperämische Zustände unterdrückt, ja, in das Gefühl der „Völle“, des Druckes, umgewandelt; ähnlich durch Narcotica, wie Tabak, Opium. Es ist also eine Nervenerregung vorhanden, ohne dass man einen anderen Reiz auffinden könnte, als den dem Zustande der beginnenden Verdauung entgegengesetzten. Hier kann man einen Vergleich ziehen mit demjenigen Gefühl, welches bei Elevation der Hand in den Fingerspitzen auftritt, und das bei Senkung derselben sofort verschwindet. Dasselbe ist offenbar vom Puls abhängig. Während die für gewöhnlich mit der Herzaction verbundene Druckschwankung aus nahe liegenden Gründen nicht bemerkt wird, tritt hier eine Modification der Verhältnisse ein, welche derjenigen ähnlich ist, die bei Fingerdruck auf den Bulbus oder bei Abnahme der Herzkraft das Pulsiren der Art. centralis retinae veranlasst [3]); und nun werden auch die so geänderten Druckverhältnisse von den Tastnerven percipirt und geben zu der schon genannten, dem Gefühl des Eingeschlafenseins ähnlichen Sensation Veranlassung. Man könnte vielleicht auch der Meinung sein, diese komme lediglich von der Anämie [4]). Im Magen bestehen ähnliche, mit der Verdauung einhergehende Schwankungen der Blutzufuhr und zugleich des äusseren Druckes und während die überwiegend lange dauernden Verhältnisse der relativen Füllung aus Gewohnheit nicht empfunden werden, kommen die vorübergehenden der Leere ebenso zur Perception, wie bei der elevirten Hand.

Auch der sogenannte Lufthunger, das Blendungsgefühl und einige andere, welche man hier und da unterschieden findet, beanspruchen eine Specificität von nervösen Apparaten nicht; wohl aber liegt eine derartige Forderung vor für die Wollustempfindung [5]). Auch hier ist es keineswegs genügend, zu wissen, dass an den Genitalorganen Pacinische Körperchen vorkommen; soll irgend einem Endorgan hier eine besondere Rolle zugewiesen werden, so muss seine gleichmässige Verbreitung neben den ebenfalls vorauszusetzenden Tastfasern nachgewiesen werden,

Die Gemeingefühle erfahren also für unsere Lehre keine gemeinschaftliche Würdigung. Allein ihr Verhältniss zu den objectivirten Empfindun-

---

[1]) Helmholtz, Physiol. Optik. p. 326.
[2]) Schiff, l. c. p. 421.
[3]) Schweigger, Handbuch der Augenheilkunde. 4. Aufl. p. 431.
[4]) Bringt man auf eine wunde Stelle der Hand etwas Kalilauge, so entsteht bei Elevation derselben ein heftiger Schmerz, dessen Intensität bei Senken derselben wie mit einem Schlage abnimmt.

gen ist in der That kein gleiches; während Schmerz und Kitzel dieselben Bedingungen zur Objectivirung darbieten, wie die Tastempfindungen und nur durch die Intensität ihres psychischen Eindrucks daran hindern, existirt für die andern ausserdem nur eine so geringe Möglichkeit, durch Bewegungen verändert zu werden, dass sie eben gerade noch von psychischen[1]) Zuständen unterschieden werden können. Für die einzelnen ist der psychische Eindruck in seiner Grösse höchst verschieden; z B. wird die beim Schreck auftretende deutlich und meist in der Richtung des Angriffs localisirte Empfindung[2]) erst bei besonderer Aufmerksamkeit bemerkt, weil sie im Vergleich zu der begleitenden psychischen Erregung von zu geringem Werth ist: das Gegenstück zu den objectivirten Tastempfindungen.

Die durchgeführte Sonderung der besprochenen Sinneskreise erfordert für jeden ein besonderes System von Localzeichen, und hier ist es merkwürdig genug, wenn auch nicht die Einheit des Apparates beweisend, dass Rauber[3]) die Wärmeempfindungskreise den Druckempfindungskreisen entsprechend gefunden haben will. Ueber die Schmerzempfindungskreise liegen keine Untersuchungen vor.

Muskelsinn.

Der Muskelsinn nähert sich wieder mehr einem wirklichen Sinnesorgan, seine Empfindungen werden objectivirt. Nach blosser Analogie müsste man also dem Muskel sensible Fasern verleihen, welche diese eigene specifische Empfindung trügen und durch seine Contraction oder vielmehr Spannung[4]) gereizt würden. So meinten es Bell[5]) und Weber. Allein diese Empfindung trägt keinen so klaren Charakter an sich, dass man dieselbe nicht für etwas Zusammengesetztes halten könnte. Nun hat man schon von intendirten Bewegungen ein Innervationsgefühl, dessen verschiedener Intensität man sich sehr wohl bewusst wird. Zugleich müssen durch die Contraction des Muskels nothwendig Verschiebungen von nervenreichen Weichtheilen, namentlich Haut, und damit Empfindungen irgend welcher Art zu Stande kommen. Beides ist da und es fragt sich nur, ob es Beziehungen zur Messung des Widerstandes hat. Wundt[6]) hat das Erste betont, Schiff[7]) das Zweite. Bernhardt's[8]) Beobachtung, dass das Unterscheidungsvermögen für Gewichte ziemlich gleich gross ist, ob die Muskeln durch den Willen oder den inducirten Strom gereizt werden, erhebt Bedenken gegen den Werth der centralen Innervationsgefühle. Ebenso die Mittheilungen von Weir Mitchell[9]), wonach Faradisation von Nerven-

---

[1]) Näheres siehe Helmholtz, Die Thatsachen in der Wahrnehmung. Beilage I.

[2]) Seitdem Verf. darauf achtet, hat er stets beobachten können, dass in demjenigen Körpertheil, welcher der Ursache des Schreckes zugewandt ist, das denselben begleitende Gemeingefühl localisirt wird; fällt etwas aus der Hand, so in dem betreffenden Arm; war man fast im Begriff, sich an einem Gegenstande zu stossen, so an der Stelle, welche den Stoss empfangen haben würde etc.

[3]) A. Rauber, Ueber den Wärme-Ortssinn. Centralbl. über die med. Wissensch. No. 24. 1869.

[4]) Funke, Der Tastsinn und das Gemeingefühl. p. 374.

[5]) Ch. Bell's physiol. und pathol. Untersuchungen des Nervensystems. Uebersetzt von Romberg. Berlin 1832. 4. Abhandlung. p. 185.

[6]) Wundt, Physiologie. p. 515.

[7]) Schiff, l. c. p. 157.

[8]) Bernhardt, Arch. f. Psychiatrie. III. 1872. p. 672.

[9]) Weir-Mitchell, Injuries of nerves. Philad. 1872. Citirt bei Erb, Krankheiten des Nervensystems. Bd. I. p. 210 ff.

stämmen an amputirten Gliedern das Gefühl der Bewegung und Stellungsveränderung an den entfernten Körpertheilen gibt. Dies spricht offenbar für centripetal fortgeleitete Erregungen als Grundlage des Muskelsinnes. Eine wie geringe Rolle jedoch dabei den Hautnerven zukommt, ergibt die Beobachtung Cl. Bernard's, dass enthäutete Frösche coordinirte Bewegungen ausführen, sowie pathologische Fälle, in welchen das Muskelgefühl durch Einbusse der Hautsensibilität nicht geschädigt erschien. Landois und Mosler neigen sich deshalb der Ansicht Kölliker's zu, dass das Muskelgefühl durch sensible Muskelnerven vermittelt werde. Der Weber'sche Beweis für die Existenz des Muskelgefühles, beruhend auf der Unterschiedsempfindlichkeit für gehobene Gewichte, wurde von Schiff[1]), welcher den Zeitsinn zu Hülfe nahm, zu widerlegen versucht, jedoch vergeblich. In der That ist auch kaum denkbar, dass die von Schiff angegebnnen Momente ausreichend sein sollten, um z. B. die Feinheit der Leistungen, welcher wir beim Tasten mit der Sonde fähig sind, zu erklären. Hierbei wird die Empfindung an die Spitze der Sonde projicirt und man glaubt, nicht anders, als mit der Haut zu tasten. E. H. Weber[2]) war der Erste, der sich mit dieser Erscheinung beschäftigte und sie auf den Muskelsinn zurückführte; die Richtung des Widerstandes wird durch Kreisdrehungen oder vielmehr Kegelmanteldrehungen erschlossen. Lotze[3]) führt seine Ansicht weiter aus; während sich Weber auf das Muskelgefühl beschränkt, bringt er noch die Tasteindrücke am Ende des Stäbchens, durch welche die Richtung der Bewegung kenntlich gemacht werden soll, hinzu. Dabei ist nun zu bemerken, dass ein so am Finger befestigtes und zugleich durch Unterlagen von der Haut getrenntes Stäbchen, dass Tastempfindungen gar nicht entstehen können, dieselben Dieste leistet, wie eine frei zwischen den Fingern bewegliche Sonde. Es handelt sich hierbei stets um das Verhältniss der Innervationsgrösse zur Stellungsveränderung des Gliedes, und giebt es Haut-, Sehnen-, Gelenk- oder Muskelnerven, welche letztere zur Kenntniss bringen, so könnten Widerstände gemessen und so Formen erkannt werden. Ein solcher Schluss kommt uns nicht zum Bewusstsein, vielmehr agiren wir, als ob wir an der Sonde selbst Nerven hätten, man fühlt das Ende derselben spitz, stumpf, biegsam etc. Während das Innervationsgefühl lehrt, dass wir „bewegen", verändert das Glied seine Lage nicht; dies hat im Allgemeinen nur äussere Gründe und daher wird die Ursache als Widerstand objectivirt. Hebt man demnach einen feststehenden schweren Gegenstand allmälig vom Boden ab, so wächst das Gefühl der Schwere continuirlich bis zu dem Augenblick, wo der Gegenstand „nachgibt"; dann während des Bewegtseins tritt eine gleichbleibendende Höhe des Eindrucks ein. Da wir bei der Erlernung der äquivalenten Werthe dieser beiden Leistungen: der Innervationsgrösse und der Stellungsveränderung, den Widerstand des bewegten Gliedes nur immer einschliessen können, so fühlen wir dasselbe auch nicht schwer; dies muss jedoch eintreten, wenn herabgesetzte Sensibilität die Stellungsveränderung nicht scharf zu erkennen gibt, und so findet es schon beim „Einschlafen" der Glieder statt. Ebenso kann der andere Factor durch Schwäche des Muskels verändert werden. Tritt bei der Sonde während der Bewegung der Widerstand in geringem Grade auf, ohne sich jedoch

---

[1]) Schiff, l. c. p. 156 ff.
[2]) E. H. Weber, Der Tastsinn und das Gemeingefühl.
[3]) Lotze, l. c. p. 428 ff.

durch gesteigerte Anstrengung überwinden zu lassen, so schliessen wir, dass die Sonde spitz sei, d. h. wir haben unmittelbar das Gefühl des Spitzen [1]; wird der Widerstand durch neue Innervationen fortwährend überwunden, so ist das Object weich etc. Es vermischen sich in der Empfindung also die Eigenschaften des Objectes mit denjenigen der Sonde und man muss letztere kennen, um richtige Schlüsse ziehen zu können. Dabei fällt vielleicht den Weber'schen Kreisbewegungen auch in dieser Beziehung eine wichtige Rolle zu.

Allein hierzu erscheint ein Sinnesnervensystem, welches die Veränderung der Gliederstellung angiebt, um so mehr erforderlich, als die Empfindungen dieser Sphäre in prägnanter Weise objectivirt werden. Es handelt sich dabei im Grunde darum, ob man alles das, was bei einer Bewegung nothwendig verändert werden muss, in seiner Gesammtheit als Ausschlag gebend, oder nur einen Theil davon, das übrige aber als additionelle Dinge ohne Dignität auffassen will. Dass Hautgefühle entstehen müssen, ist klar und nach Contact der Hände mit concentrirteren Carbollösungen begleitet jede Fingerbewegung durch die gesteigerte Erregbarkeit ein merkliches Hautgefühl. Unter gewöhnlichen Verhältnissen kann man sie am deutlichsten bei Actionen der Gesichtsmuskeln wahrnehmen; die Arten der Hautverschiebung hat Schiff näher analysirt [2]. Allein das wahrscheinlichste ist, dass die genannten Sinnesnerven sich in Sehnen, Muskeln und Gelenken [3] ausbreiten. Beugt und streckt man einen Finger, so ist dies von eigenthümlichen Gefühlen begleitet, die bei passiver Ausführung der Bewegung fast völlig fehlen, und während die Hautverschiebung dabei dieselbe ist, bildet den Unterschied die dort durch die Arbeitsleistung erfolgende Zerrung der Sehnen.

Die sensiblen Fasern der Muskeln sind ein viel discutirter Gegenstand. Reichert hat solche zuerst beobachtet und nach ihm Kölliker, ohne Zusammenhang mit Muskelfasern zu finden; auch Odenius, der marklose Fasern hier fand, liess ihn noch zweifelhaft. C. Sachs [4] beschrieb spiralig um die Muskelfibrillen laufende Fasern, welche kleine Aestchen in diese einsenken. Allein hier war wieder der Zusammenheng mit der Hauptfaser nicht klar. Tschiriew [5], welcher seine Untersuchungen nach der Ranvier'schen Methode machte, findet endlich, „qu'il n'existe pas sur les faisceaux musculaires striés d'autres terminaisons nerveuses que celles des nerfs moteurs," und weiter: „que les nerfs sans myéline contenus dans les muscles seterminent dans les aponévroses et que ces nerfs sont les seuls, auxquels on puisse rattacher la sensibilité musculaire." Allein es ist mehreres, was man unter der Muskelsensibilität ausserdem noch versteht, nämlich das Ermüdungsgefühl und die Schmerzhaftigkeit bei Läsionen und Entzündungen. Dass alle drei qualitativ verschieden sind, unterliegt keinem Zweifel. Allein wie es aus dem dargestellten nicht verwunderlich erscheint, dass ein Glied schwer scheint, sobald es während

---

[1] Cf. hierzu E. H. Weber, l. c. p. 484: „Hier leuchtet nun recht klar ein, wie wir das zu empfinden glauben, was wir durch ein Urtheil erkennen würden, welches auf eine Vergleichung vieler Empfindungen und auf das Bewusstsein von unserer eigenen Bewegung gegründet ist".

[2] l. c. p. 156.

[3] Vater'sche Körperchen. Rauber.

[4] C. Sachs, Physiol. und anatom. Untersuchungen über die sens. Nerven der Muskeln. Arch. f. Anat. und Physiol. 1864.

[5] Sur les terminaisons nerveuses dans les muscles striés par S. Tschiriew. Arch de physiol. normale et patholog. Onzième année 1879.

der Bewegung in einer unnatürlichen Lage durch Muskelaction sistirt wird, so giebt das hier sich allmälig entwickelnde Ermüdungsgefühl Anlass, einen Zusammenhang zwischen ihm und der Schwere zu vermuthen; hier würde die Sinnesempfindung direct in das Gemeingefühl übergehen, und eine Verwandtschaft der Qualitäten dürfte bei dem unbestimmten Character des Muskelgefühls vielleicht nicht schroff abzuweisen sein.

Es fehlt noch vieles, wie man sieht, um die Lehre von den specifischen Energien in ihrer heutigen Form als eine objective strict bewiesene Naturwahrheit hinzustellen. Für die von uns entwickelten Postulate wird ohne Zweifel zu allererst das Studium der Hautsinneswahrnehmungen fruchtbringend sein. Das Gefühlsfeld bietet im Vergleich zum Gesichtsfeld Empfindungen dar, welche sich nicht blos durch ihre vielfache Unannehmlichkeit, sondern vorzugsweise durch eine Uuklarheit ihres Characters, die zum Theil nur in Vermischungen der Gefühlssphären begründet sein mag, auszeichnen. Hier fehlt eine Nomenclatur so gut wie ganz, und die Schwierigkeit für die Beobachter, sich verständlich zu machen, ist grösser als irgendwo. — Daneben haben wir kaum etwas gefunden, was der subjectiv überzeugenden Kraft, die der natürlichen Klarheit unserer Lehre innewohnt, abschwächend entgegenträte, bis auf die Verhältnisse des Schmerzsinnes. Und insofern als dies bei Aufstellung, hoffentlich consequenter Gesichtspunkte geschah, könnte die angestellte Betrachtung vielleicht, wenn sie auch den objectiven Beweisen keinen neuen hinzufügte, zur Stärkung dieser inneren Ueberzeugung dienen.

Zum Schlusse ist es mir noch eine schmeichelhafte Pflicht, Herrn Geh.-Rath du Bois-Reymond für die Anregung zu dieser Arbeit, für das Interesse, welches er derselben entgegenbrachte, und für die mannigfachen Winke und Rathschläge, die er mir ertheilte, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Thesen.

1. Der electrische Geschmack entsteht nicht durch Electrolyten.

2. Die Endocarditis ulcerosa nach Gonorrhoe ist durch directen Import von Mikroorganismen verursacht.

3. Bei Malleolarfracturen ist der Gypsverband dem Dupuytren'schen Verfahren vorzuziehen.

Vita.

Verfasser, Alfred Goldscheider, Sohn des Arztes Dr. Goldscheider zu Stendal, evangelischer Confession, wurde am 4. August 1858 in Sommerfeld geboren. Seine Schulbildung erhielt er auf dem Gymnasium zu Stendal, welches er Ostern 1876 mit dem Zeugniss der Reife verliess. Am 28. März desselben Jahres wurde er als Studirender in das Königl. medicinisch-chirurgische Friedrich-Wilhelms-Institut zu Berlin aufgenommen und diente dann vom 1. April bis 1. October 1876 im Königl. 2. Garde-Regiment zu Fuss mit der Waffe. Am 16. März 1878 bestand er das Tentamen physicum, am 6. Februar 1880 das Examen rigorosum. Am 15. Februar desselben Jahres wurde er zum Unterarzt im Schlesischen Füsilier-Regiment No. 38 ernannt und zugleich auf ein Jahr zur Dienstleistung in die Königl. Charité commandirt. Nach Ablauf des Commandos absolvirte er die medicinische Staatsprüfung und beendigte dieselbe am 23. Mai 1881.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Kliniken und Curse folgender Herren:

Bardeleben, du Bois-Reymond, Fräntzel, Frerichs, Fritsch, Grawitz, Gurlt, Gusserow, Hartmann, Helmholtz, Henoch, Hirsch, Hofmann, Koch, von Langenbeck, Leuthold, Leyden, Lewin, Liebreich, Liman, Orth, Peters, Reichert, Sell, Schröder, Schweigger, Skrzcezka, Trautmann, Virchow, Wenzel, Westphal, Zeller. Allen diesen Herren, seinen verehrten Lehrern, spricht der Verfasser seinen aufrichtigsten Dank aus.



